

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Natália de Paiva Diniz

**CARACTERÍSTICAS DA NATUREZA DA CIÊNCIA NA  
REVISTA *CIÊNCIA HOJE ONLINE***

Itajubá, dezembro de 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Natália de Paiva Diniz

**CARACTERÍSTICAS DA NATUREZA DA CIÊNCIA NA  
REVISTA *CIÊNCIA HOJE ONLINE***

Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências como requisito para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Mikael Frank Rezende Jr.

Dezembro de 2017

Itajubá, MG



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ  
Criada pela Lei nº 10435, de 24 de abril de 2002

**FOLHA DE JULGAMENTO DA COMISSÃO EXAMINADORA DA DISSERTAÇÃO EM  
EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**

Eu, **Prof. Dr. Fabio Peres Gonçalves**, 1º Examinador (por videoconferência) da banca de dissertação de mestrado da aluna **Natália de Paiva Diniz**, intitulada "**Características da Natureza da Ciência na Revista Ciência Hoje Online**", após o julgamento da dissertação, atribuo o seguinte conceito:

Examinador	Conceito		Rubrica
	A - Aprovado	R - Reprovado	
1º	A		

**Observações:**

- (1) O Trabalho será considerado Aprovado se todos os Examinadores atribuírem conceito A.
- (2) O Trabalho será considerado Reprovado se forem atribuídos pelos menos 2 conceitos R.

Autorizo o presidente da banca, **Prof. Dr. Mikael Frank Rezende Junior**, a assinar por mim a ata de defesa pública da Dissertação de Mestrado.

Itajubá, 05 de dezembro de 2017.

**Prof. Dr. Fabio Peres Gonçalves**  
1º Examinador - UFSC

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Confere com o original



Ministério da Educação  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**  
Criada pela Lei nº 10.435, de 24 de abril de 2002

**ANEXO I**  
**FOLHA DE JULGAMENTO DA BANCA EXAMINADORA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS – MESTRADO**  
**PROFISSIONAL**

**Título da Dissertação:** “Características da Natureza da Ciência na Revista Ciência Hoje Online”

**Autor:** Natália de Paiva Diniz

**JULGAMENTO**

Examinadores	Conceito		Rubrica
	A=Aprovado	R=Reprovado	
2ª	A		
3º	A		

Observações:

- (1) O Trabalho será considerado Aprovado (A) se todos os Examinadores atribuírem conceito A.
  - (2) O Trabalho será considerado Reprovado (R) se forem atribuídos pelos menos 2 conceitos R.
- Este documento terá a validade de 30 (trinta) dias a contar da data da defesa da Dissertação.

Itajubá, 05 de dezembro de 2017.

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Jane Raquel Silva de Oliveira  
2º Examinador – UNIFEI

Prof. Dr. Mikael Frank Rezende Junior  
3º Examinador (Orientador) – UNIFEI

À Leila, minha mãe e minha inspiração,  
quem sempre me apoia e incentiva a não  
desistir dos meus sonhos.



"YOU HAVE TO BELIEVE WHAT YOU'RE DOING WILL LEAD TO SOMETHING VALUABLE, EVEN THOUGH IT PROBABLY WON'T."

## **AGRADECIMENTOS**

À CAPES pelo apoio oferecido a esta pesquisa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal de Itajubá.

Ao professor Mikael Frank Rezende Junior, pela cuidadosa orientação, paciência e confiança, por todas as aprendizagens proporcionadas neste percurso acadêmico.

À minha família, pois sem eles os caminhos que me trouxeram até aqui seriam muito mais árduos.

Ao Denis, por acreditar mais em mim que eu mesma! Obrigada por todo o carinho doado, por toda a paciência e incentivo constante.

Aos anjinhos Pedro e Lis, por chegarem alegrando minha vida.

A todos os meus colegas do programa, Fabi, Bethânia, Francine, Thaila, Gessica, Leo, Silvia, Tati, Verônica e Diego, pelo cafés, momentos de desabafo e risadas compartilhadas; e em especial ao Lucas César, por ser meu ombro amigo, sempre.

À minha “segunda família” em Itajubá, que sempre me recebeu de braços abertos e pão de queijo na mesa, Valquíria e Izadora, obrigada por existirem.

A todos os meus professores que contribuíram de alguma maneira para que eu cumprisse mais uma etapa. Em especial à professora Juliana Furlani, por sempre me incentivar, e à professora Jane Raquel, por acreditar no meu potencial e, também, pelos livros emprestados.

E ao mestre de todos os mestres, agradeço à Deus, por sua presença na minha vida.

## RESUMO

Através do mapeamento da produção na área de Educação em Ciências, realizado nos anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, no Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e em periódicos brasileiros da área de Ensino de Ciências, no período de 1997 a 2016, verificou-se que há a predominância de uma imagem estereotipada da percepção sobre a ciência e do trabalho científico em alunos e professores. Deste modo, este trabalho buscou verificar se os Textos de Divulgação Científica da revista *Ciência Hoje online* podem ser um potencial recurso na discussão de características da Natureza da Ciência (NdC) no ensino de ciências. Foram selecionados artigos da área de química, física e ciências biológicas, no período de Janeiro de 2014 a Abril de 2016, totalizando nove textos, que foram analisados através da Análise Textual Discursiva. Para a análise do *corpus*, foram adotados como referencial teórico os estudos sobre epistemologia da ciência, na identificação das características da NdC presente nos textos, para posterior discussão das percepções que essas características podem fomentar no leitor. Foi possível a identificação de cinco dimensões (categorias) sobre a construção do conhecimento nos textos analisados: teórico-metodológica; motivacional; resultante; histórico-temporal; e social e coletiva. Apesar de também apresentarem percepções deformadas sobre a ciência, os resultados indicam que tais textos podem ser utilizados como recurso didático na abordagem de características da NdC, bem como auxiliar na discussão e possível desmistificação de alguns estereótipos, ao apresentar concepções que se aproximam de uma imagem mais adequada em relação à NdC.

**Palavras-chave:** Texto de Divulgação Científica. *Ciência Hoje online*. Epistemologia da Ciência. Natureza da Ciência.



## ABSTRACT

Through the survey on the production in Science Education's area, carried out in the annals of the National Meetings of Research in Science Education, in the Thesis and Dissertation Database of the Improvement Coordination of Higher Level Personnel and in Brazilian periodicals of Science Teaching's area, in the period from 1997 to 2016, it was found that the stereotyped image of science has predominance in most students and teachers. Thus, this work sought to verify if popular science texts from *Ciência Hoje online* journal may be a potential resource to discuss characteristics from the Nature of Science (NOS) in teaching science education. Articles from the area of chemistry, physics and biological sciences were selected from January 2014 to April 2016, totalizing nine texts, which were analyzed through Discursive Textual Analysis. To analyze the *corpus*, as adopted as theoretical reference studies on epistemology of science to identify characteristics of the NOS, for further discussion of perceptions that they could instigate in the reader. It was possible to identify five dimensions (categories): theoretical-methodological; motivational; resultant; historical-temporal; and social and collective. In spite of also presenting deformations perceptions about science, the results indicate that such texts can be used as a didactic resource in the approach of NOS characteristics, as well as assist in the demystification of some stereotypes, when presenting concepts that approach a more appropriate image from the NOS.

**Keywords:** popular science texts. *Ciência Hoje online*. epistemology of science. Nature of Science.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Alguns argumentos recorrentes que motivam a comunicação de C&T para o público.....	31
Figura 3.1 – Número de trabalhos selecionados nas fontes de busca.....	73
Figura 3.2 – Número de trabalhos e a relação dos sujeitos investigados nas pesquisas.....	75
Figura 3.3 – Tipo de instrumento de coleta de dados utilizado.....	77
Figura 3.4 – Número de trabalhos que apresentam ideias a serem evitadas sobre a NdC.....	83
Figura 3.5 – Número de trabalhos que apresentam ideias mais aceitas sobre a NdC.....	84
Figura 3.6 – Possíveis influenciadores de visões deformadas da NdC.....	90
Figura 4.1 – Ilustração da mudança no layout de apresentação do conteúdo da revista CH online.....	97
Figura 4.2 – Exemplo de artigo da revista Ciência Hoje online contendo retranca, que indica a área de conhecimento que o artigo corresponde.....	97
Figura 4.3 – Ilustração do erro apresentado pelo site do ICH ao acessar a versão parcial das edições das revistas anteriores a Jan./Fev. de 2014.....	98
Figura 4.4 – Ciclo da Análise Textual Discursiva.....	101
Figura 4.5 – Fluxograma de análise.....	103

## LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 – Relação entre as ideias a serem evitadas e as mais aceitas em relação à NdC.....	88
Quadro 4.1 – Artigos disponíveis na revista Ciência Hoje online de Abril de 2015 a Janeiro de 2014.....	96
Quadro 4.2 – Artigos selecionados para análise.....	100
Quadro 4.3 – Relação das categorias principais e subcategorias que apresentam as características da NdC encontradas nos NdC e as percepções de ciências que elas podem acarretar no leitor.....	113
Quadro 1 – Formulário de análise do texto a.....	199
Quadro 2 – Formulário de análise do texto b.....	208
Quadro 3 – Formulário de análise do texto c.....	214
Quadro 4 – Formulário de análise do texto d.....	222
Quadro 5 – Formulário de análise do texto e.....	226
Quadro 6 – Formulário de análise do texto f.....	233
Quadro 7 – Formulário de análise do texto g.....	238
Quadro 8 – Formulário de análise do texto h.....	241
Quadro 9 – Formulário de análise do texto b.....	244

## LISTA DE SIGLAS

ATD	Análise Textual Discursiva
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
C&T	Ciência e Tecnologia
CNPq	Conselho Nacional de Pesquisas
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
DC	Divulgação Científica
ENPEC	Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências
HFC	História e Filosofia da Ciência
ICH	Instituto Ciência Hoje
LD	Livro Didático
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
NdC	Natureza da Ciência
PNLD	Plano Nacional do Livro Didático
PNLEM	Plano Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio
SBPC	Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
TDC	Textos de Divulgação Científica
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
USP	Universidade de São Paulo

# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO 1. A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA .....</b>	<b>18</b>
1.1 Os Primórdios da Divulgação Científica .....	20
1.1.1 Um Breve Histórico da Divulgação Científica no Brasil .....	22
1.2 Por que Divulgar Ciência?.....	26
1.3 O Texto de Divulgação Científica .....	31
1.3.1 O que apresentam as Pesquisas? .....	34
1.3.2 A Revista Ciência Hoje .....	40
1.3.3 A Ciência Hoje online: delimitando o objeto de pesquisa .....	42
<b>CAPÍTULO 2. A NATUREZA DA CIÊNCIA .....</b>	<b>49</b>
2.1 Epistemologia da Ciência .....	49
2.2.1 Correntes Epistemológicas .....	51
a) O Método Empírico-Indutivista .....	52
b) O Novo Espírito Científico .....	54
c) Falsificacionismo .....	57
d) Teorias como Estruturas: os programas de pesquisa .....	59
e) Teorias como Estruturas: a ciência normal .....	61
f) O Anarquismo Epistemológico .....	64
g) Externalismo.....	66
<b>CAPÍTULO 3. PERCEPÇÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA E O TRABALHO CIENTÍFICO .....</b>	<b>68</b>
3.1 Situando o termo Percepção nos estudos de NdC .....	69
3.2 Principais ideias sobre a NdC apresentadas nas pesquisas.....	71
a) Sujeitos investigados nas pesquisas .....	74
b) Instrumento utilizado para a coleta de dados .....	76
c) Percepções sobre a NdC e sobre o trabalho científico apresentadas pelos sujeitos da pesquisa .....	78
d) Possíveis influenciadores das ideias sobre a NdC e sobre o trabalho científico nos trabalhos pesquisados .....	89

e) Propostas de intervenção para discutir ideias sobre a NdC e sobre o trabalho científico apresentas nos trabalhos pesquisados .....	92
<b>CAPÍTULO 4. A NATUREZA DA CIÊNCIA NA REVISTA <i>CIÊNCIA HOJE ONLINE</i></b> .....	<b>95</b>
4.1 Percurso Metodológico .....	95
4.1.1 Seleção dos artigos da revista <i>Ciência Hoje online</i> .....	96
4.1.2 A Análise Textual Discursiva .....	101
4.2 Análise de TDC da revista <i>Ciência Hoje online</i> .....	104
4.2.1 Um breve resumo dos TDC.....	104
4.2.2 Sobre os autores .....	111
4.2.3 Características da NdC presentes nos TDC .....	111
<b>CAPÍTULO 5. CONSIDERAÇÕES DA PESQUISA.....</b>	<b>168</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>177</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>199</b>

# INTRODUÇÃO

“Os livros de física, que há meio século são cuidadosamente copiados uns dos outros, fornecem aos alunos uma ciência socializada, imóvel, que, graças à estranha persistência do programa dos exames universitários, chega a passar como *natural*; mas não é; já não é natural. Já não é a ciência da rua e do campo. É *uma* ciência elaborada num mau laboratório mas que traz assim mesmo a feliz marca desse laboratório. [...] as experiências e os livros agora estão, pois, de certa forma desligados das observações primeiras. O mesmo não acontecia durante o período pré-científico, no século XVIII. [...] No caso, o livro tinha como *ponto de partida* a Natureza, interessava-se pela vida cotidiana. Era uma obra de divulgação para o conhecimento popular, sem a preocupação que confere às vezes aos livros de vulgarização um alto teor. Autor e leitor pensavam no mesmo nível. A cultura científica parecia abafada pelo volume e variedade de livros de segunda categoria, bem mais numerosos que as obras de qualidade. Aliás, é espantoso que em nossa época os livros de divulgação científica sejam relativamente raros. Peguem um livro de ensino científico moderno: apresenta a ciência como ligada a uma teoria geral. Seu caráter orgânico é tão evidente que será difícil pular algum capítulo. Passadas as primeiras páginas, já não resta lugar para o senso comum; nem se ouvem as perguntas do leitor. *Amigo leitor* será substituído pela severa advertência: preste atenção, aluno! O livro formula suas próprias perguntas. O livro comanda.” (BACHELARD, 1996, p. 30-31, destaques do autor)

A visão estereotipada das Ciências da Natureza está inserida na sociedade contemporânea, o que faz com que as pessoas percebam o conhecimento científico como algo imutável, reservado a uma pequena parcela da população portadora de mentes privilegiadas. Guiada pelo senso comum, parte da população acredita que a ciência é algo anormal, feita por loucos que vivem isolados em seus laboratórios, não sendo alcançável pela população considerada normal.

Ainda há a visão da ciência como uma atividade neutra, inabalável e seguramente correta, em que se acredita em um *Método Científico* como único e genuíno modo de fazer ciência, no qual são seguidos passos rigorosos e pré-determinados que, através da observação e experimentação, resultam em descobertas incontestáveis. Deste modo, as leis da ciência, na concepção de grande parte da sociedade, são a tradução mais exata das leis da natureza (SOUZA *et al.*, 2007) – a ciência passa a ser vista como um dogma.

Pesquisas como as de Lederman (1992), Abd-El-Khalick e Lederman (2000) e Gil-Pérez *et al.* (2001) indicam que não só estudantes do ensino básico, mas professores e futuros professores, possuem concepções ingênuas sobre o processo de construção da ciência e sobre o trabalho do cientista. Estes trabalhos apontam como características principais o predomínio da visão positivista da ciência, a concepção do Método Científico como sendo empírico-indutivista, a sua rigidez e neutralidade, a distorção da imagem e do trabalho do cientista, além da visão de que a ciência está em constante progresso, acumulando descobertas que contribuem para o seu desenvolvimento.

Análises referentes às concepções sobre ciência e tecnologia não têm sido somente uma preocupação dos educadores. O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), realizaram em 2015 a quarta edição da pesquisa sobre *“Percepção Pública da Ciência e Tecnologia no Brasil”*, com o objetivo levantar informações sobre o interesse, grau de informação, atitudes, visões e conhecimento que os brasileiros têm em relação a Ciência e Tecnologia (C&T). Foram realizadas cerca de 1962 entrevistas em todo o país, revelando que 61% dos entrevistados manifestaram algum tipo de interesse em relação a C&T, enquanto 38% indicou não possuir interesse sobre tais assuntos, sobretudo pelo fato de não entendê-los. (BRASIL, 2015)

O estudo também mostrou que a grande maioria (85%) dos brasileiros acredita que a C&T traz mais benefícios do que malefícios para a humanidade, sendo que,



destes, 54% tem uma percepção ingênua de que a ciência apresenta apenas benefícios para a sociedade. Além disso, a pesquisa traz algumas informações referente aos conhecimentos e percepções que as pessoas têm sobre a ciência e a atividade científica. A visão positiva e utilitarista na qual o cientista é visto como uma pessoa inteligente que faz coisas úteis para a sociedade é predominante (50%). Além disso, ainda permanecem algumas concepções do cientista como uma pessoa excêntrica que fala de forma complicada, que recebe algum tratamento especial da sociedade e que se interessa por assuntos distantes da realidade das pessoas. Para muitos dos entrevistados o que mais motiva o trabalho do cientista é ajudar a humanidade (34%) e contribuir para o avanço do conhecimento auxiliando o desenvolvimento da C&T no país (32%).

Já em relação ao acesso e veiculação de informação de divulgação dos avanços científicos e tecnológicos, a pesquisa indica que cerca de 70% da população acredita que a TV noticie de maneira satisfatória essas informações, 66,6% considera a *internet* uma fonte confiável em relação a elas e cerca de 57% o jornal impresso. Entretanto, o veículo de maior acesso à informação por parte dos entrevistados revelou-se ser a *internet* e as redes sociais (quase 50%), seguida das revistas (41%) e jornais impressos (39%) e, em menor número pela leitura sobre ciência em livros (28%).

Podemos verificar que os diversos meios de comunicação veiculam informações sobre a ciência que disseminam ou não uma visão estereotipada da Natureza da Ciência (NdC) e do trabalho do cientista, dependendo da maneira como ela é abordada. Mesquita e Soares (2008), por exemplo, analisando episódios de desenhos animados puderam verificar uma imagem caricaturada da ciência, composta por meninos gênios, que trabalham de forma isolada em seus laboratórios, dedicando-se incansavelmente a descobrir coisas novas.

Outro meio que pode auxiliar na propagação de visões equivocadas em relação à ciência é o livro didático (LD). Megid Neto e Fracalanza (2003) já apontavam que o conhecimento científico veiculado nos LD de ciências das últimas três décadas se preocupa em enfatizar o produto final da atividade científica, deixando muitas vezes de lado o processo pelo qual este percorreu. Além disso, o material didático acabava por refletir a maneira como o ensino tradicional de ciência vinha sendo propagado nas escolas: um ensino descontextualizado, baseado na transmissão e memorização de informações, o que acaba produzindo uma concepção de ciência socialmente neutra,

ao deixar obscuras as dimensões essenciais da atividade científica e tecnológica. (CACHAPUZ *et al.*, 2005).

São inegáveis os esforços do Ministério da Educação em avaliar os LD, incluindo, a partir de 2007, os da área de ciências da natureza no Plano Nacional do Livro Didático<sup>1</sup> (PNLD), promovendo uma melhora significativa na qualidade dos materiais, ampliando o leque de alternativas para o professor com informações teóricas e metodológicas dos livros recomendados. Entretanto, mesmo com a maior inserção da abordagem histórica, os livros com maior mercado editorial nas escolas públicas nem sempre são aqueles que possuem mais e/ou melhores elementos de história, filosofia e sociologia da ciência (HFSC), indicando que os professores podem ter certa resistência a esse tipo de abordagem, *“já que são eles próprios que escolhem o livro a ser adotado em sua escola”* (MOURA; GUERRA, 2013). Além disso, a forma como a história da ciência é apresentada nos livros, mesmo após a implementação dos critérios do PNLD, não necessariamente contribui para a desmistificação de estereótipos sobre a NdC.

Moura e Guerra (2013), ao analisar a abordagem da temática de Modelos Atômicos nos livros de química do PNLD/2012, verificaram que todos os livros, seja em maior ou menor grau, utilizam de elementos de HFC para discussão do tópico. No entanto, nenhum deles traz qualquer referência às controvérsias científicas. O mesmo fato foi verificado por Fabrício e Aires (2016), ao realizarem um estudo comparativo do conteúdo de combustão nos LD de química do PNLEM/2008 e que foram novamente selecionados no PNLD/2012. Além disso, os autores verificaram que as unidades analisadas apresentaram concepções equivocadas sobre a ciência e o trabalho científico, sendo que, quando comparadas, *“as edições pioraram a qualidade com relação à abordagem HFC”* (FABRÍCIO; AIRES, 2016, p. 10).

Nos livros de biologia do PNLD/2012, Visitação e Silva (2014) verificaram que além de conceitos científicos também foram abordados conteúdos históricos sobre o episódio da dupla hélice, porém veiculando algumas concepções inapropriadas sobre NdC. Esse fato também foi apontado por Nascimento *et al.* (2016) ao analisar a História da Astronomia em livros de Ciências do sexto ano do Ensino Fundamental do PNLD/2014. Segundo os autores há um predomínio de uma concepção empírico-indutivista da ciência, além de apresentar relatos históricos de modo superficial.

---

<sup>1</sup> <http://www.fnede.gov.br/programas/programas-do-livro/livro-didatico/historico>, acessado em 27 de setembro de 2016.

Com relação aos LD de física e matemática do PNLD/2015, Civiero *et al.* (2016) constataram aspectos históricos abordados de maneira superficial e panorâmica, além de verificarem concepções indutivistas, aproblemáticas e ateóricas reproduzidas nos conteúdos analisados.

De maneira geral, os LD continuam apresentando uma história descontextualizada, contribuindo para visões mistificadas em relação ao conhecimento científico, como a sua linearidade e a falta de influências externas na sua construção (FABRÍCIO; AIRES, 2016; NASCIMENTO *et al.*, 2016), além da pouca preocupação com a humanização dos relatos históricos e do próprio cientista (NASCIMENTO *et al.*, 2016), contribuindo para a reprodução de uma visão individualista e elitista da ciência nos estudantes (CIVIERO *et al.*, 2016), dentre outras visões simplistas que reforçam estereótipos inadequados em relação à NdC (VIDAL; PORTO, 2012).

Somado a isso, temos o fato de que a dinamicidade da ciência e da tecnologia faz com que alguns conteúdos dos livros se tornem rapidamente obsoletos, sendo necessário que o professor busque outras fontes de atualização da informação em outros materiais possam auxiliá-los na sua prática. Candotti (2002), por exemplo, acredita ser importante que os próprios cientistas escrevam para as crianças, para os professores e para os alunos das escolas, enriquecendo o acesso a informações de C&T.

“Algo semelhante ao que fazemos, no Brasil, em *Ciência Hoje das Crianças*. Hoje, os textos, em sua maioria, são pobres, desatualizados e repetem, há décadas, informações muitas vezes equivocadas. [...] Textos escritos por pesquisadores ativos na produção de novos conhecimentos poderiam contribuir de modo decisivo para a atualização permanente dos professores e dos textos didáticos. No Brasil, recentemente, o Ministério da Educação promoveu uma avaliação dos livros didáticos que revelou erros graves em textos que eram distribuídos para milhões de crianças.” (CANDOTTI, 2002, p. 22).

Porém, isso pode ter algumas limitações, como a linguagem utilizada pelos cientistas, que acaba sendo um fator que venha afastar o público da leitura devido aos termos próprios da ciência, além da própria concepção que ele tem do seu trabalho, que pode se aproximar de visões estereotipadas.

Em 1938 Gaston Bachelard (1996) já havia notado que os LD apresentam o conteúdo científico de forma desconexa com a forma como ele foi produzido e distanciam-no do cotidiano dos alunos, se comparado com os livros do século XVIII, podendo causar obstáculos para a aprendizagem de conceitos devido ao desinteresse

pela ciência, além de fortalecer uma visão inadequada sobre a sua construção. Bachelard ainda aponta que os livros eram uma espécie de obra de divulgação, em que leitor e autor dialogavam junto ao conhecimento. O aluno-leitor era parte do universo da ciência e não apenas seu espectador. Esse diálogo entre o conhecimento e a sociedade é uma das características da Divulgação Científica (DC) que possibilita a comunicação da ciência para a sociedade, fazendo com que esta passe a conhecer melhor seus processos, sua construção, a interação entre seus membros, entre outras informações que o LD, muitas vezes, não consegue.

Nesse sentido, assim como Martins *et al.* (2001), Pechula (2007), Albuquerque *et al.* (2011), Oliveira (2013), Gontijo (2016), acreditamos que os Textos de Divulgação Científica (TDC) podem ser uma ferramenta a ser utilizada em sala de aula a fim de trazer essas novas informações e possibilidades para o ensino de ciências. Mesmo que os conhecimentos ali comunicados não tenham objetivos didáticos e pedagógicos, nem a pretensão de formar especialistas ou aperfeiçoar os profissionais em sua especialidade (GOUVÊA, 2000), o TDC possibilita que o leitor tenha acesso a forma como a ciência foi produzida e não só aos resultados da pesquisa (ROCHA, 2012). Essa valorização do contexto no qual o conhecimento foi produzido aproxima a ciência da realidade da vida cotidiana, possibilitando ao leitor uma maior identificação com essa ciência, antes tão distante da sua realidade.

Muitos trabalhos (MATTHEWS, 1995; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; PRAIA *et al.*, 2007; ABD-EL-KHALICK, 2012) têm dado destaque à importância da promoção de uma educação científica que contemple visões mais adequadas sobre o fazer científico, para que se conheça o caráter dinâmico das ciências, mostrando que este conhecimento não deve ser entendido como um conjunto de fatos isolados, prontos e acabados, mas sim que ele está em constante mudança, sendo sempre construído e reconstruído.

Acreditamos que os TDC podem, assim, ser uma importante ferramenta a ser utilizada pelo professor para a inserção de aspectos da NdC no ensino, dependendo de como ela vem sendo abordada nestes veículos. Em estudos preliminares, Martins *et al.* (2004) e Oliveira (2013), evidenciaram algumas características da prática científica e da NdC em TDC, principalmente relacionados a aspectos sociológicos, apontando-os como uma ferramenta didática útil para discussão do funcionamento da ciência.

Deste modo, buscamos com este trabalho responder os seguintes questionamentos: os TDC podem ser um potencial recurso para auxiliar na discussão

de aspectos da NdC no ensino de ciências? Quais características relacionadas à NdC estão presentes nos TDC da revista *Ciência Hoje online*? Qual a percepção sobre a ciência e o trabalho científico que eles podem incentivar ou reforçar nos leitores (alunos e professores)? Tais questões nortearam os objetivos desta pesquisa, descritos no tópico a seguir.

Entretanto, sabemos que o uso do TDC em sala de aula geralmente se dá através dos professores, assim, é necessário que eles estejam familiarizados com as visões epistemológicas do conhecimento científico. Contudo, muitos professores não foram introduzidos em sua formação, seja inicial ou continuada, aos fundamentos da epistemologia da ciência ou outros estudos sobre a NdC, o que os faz deixar de lado esses assuntos por terem dificuldade de apresentar e tecer discussões, uma vez que o professor não tem como ensinar aquilo que ele não compreende (LEDERMAN, 1992). Os poucos que se aventuram nos caminhos da ciência podem, muitas vezes, trazer consigo algumas concepções ingênuas sobre ela e sobre o cientista, marcadas pela visão tradicional de uma ciência neutra, dogmática e linear (PAIXÃO e CACHAPUZ, 2003). E, o que poderia parecer ser uma estratégia de contribuição para a humanização da ciência, mostrando o processo de construção do conhecimento científico de uma maneira mais leve e contextualizada, se abordada de maneira inadequada pode configurar em um obstáculo para a educação, gerando visões distorcidas da ciência.

Nesse sentido, este trabalho não tem a intenção de investigar a formação de professores em relação a compreensão sobre a NdC e as diferentes vertentes epistemológicas. Contudo, não podemos ignorar o fato de que é limitado explorarmos o TDC como um possível recurso didático que auxilie na discussão desses conceitos, se o professor não teve oportunidade de ser apresentado às essas diferentes vertentes. Por isso, esse levantamento e análise em relação aos TDC serão úteis ao docente, que poderá acessar, no trabalho aqui proposto, um conjunto de artigos de divulgação com conteúdo científico e discussões com base nas principais concepções epistemológicas em relação à NdC, que poderá auxiliá-lo na atividade docente.

Considerando o contexto deste estudo, apresentamos no capítulo 1 algumas considerações sobre a divulgação científica, apresentando um breve panorama sobre a atividade de DC, bem como colocações que refletem a sua importância para o público em geral. Além disso, trazemos a modalidade textual da DC, com destaque

para a construção discursiva do TDC, apontando os fatores que nos incentivaram na escolha do objeto de estudo desta pesquisa.

Apresentamos no capítulo 2 breves considerações sobre a epistemologia da ciência e as diferentes concepções que auxiliaram na identificação das características da NdC presentes nos textos, bem como na sustentação teórica das discussões realizadas durante o processo de análise.

No capítulo 3 trazemos um levantamento de trabalhos que investigaram a maneira como professores e estudantes percebem a NdC e o trabalho científico, realizado para conhecermos quais são essas percepções e se elas se aproximam de visões deformadas (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001) ou de visões mais aceitas (MCCOMAS *et al.*, 1998; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001) sobre a NdC. Esse levantamento possibilitou verificarmos se as características sobre a ciência identificadas nos TDC podem ou não reforçar esses estereótipos.

O percurso metodológico percorrido para identificar, selecionar e analisar os TDC, é apresentado no capítulo 4. Nele também apresentamos um resumo dos textos analisados, considerações sobre os autores desses textos, bem como a análise e discussões realizadas.

Por fim, no capítulo 5, apresentamos as considerações que foram possíveis de se realizar através de nosso estudo.

Assim, nesta pesquisa nos voltamos para os artigos da revista *Ciência Hoje online*, com o objetivo de analisar o potencial desses textos para abordagem de aspectos relacionados à da Natureza da Ciência na educação em ciências da natureza. Para isso, buscaremos:

- Levantar a percepção de professores e estudantes sobre a ciência e o trabalho científico na literatura;
- Identificar e analisar quais características relacionadas à NdC são veiculadas em textos da revista *Ciência Hoje online* que retratam o conteúdo de física, química e ciências biológicas;
- Verificar que percepções *sobre* a ciência essas características de NdC encontradas na revista podem fomentar no leitor;
- Discutir o potencial desses textos para abordagem de aspectos relacionados à NdC na educação em ciências.

# CAPÍTULO 1

## A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Além da ciência estudada nas escolas, os meios de comunicação em geral auxiliam na promoção e na aproximação do conhecimento científico e da sociedade, sendo responsáveis por parte das informações que esse público possui sobre ciência (ROCHA, 2012). Muitas pesquisas e discussões a respeito da DC acabaram ganhando espaço no ensino de ciências, devido a esse reconhecimento por parte dos pesquisadores, em relação ao seu impacto na sociedade. Carvalho e Gonzaga (2013) apontam que os diversos modos de se divulgar ciência para o público passam a ser elaborados a fim de contribuir de alguma maneira para a educação científica, possibilitando à sociedade reconhecer a ciência como fundamental para nossa cultura.

Divulgar ciência é *“entrar no mundo da Ciência, de sua história, do seu desenvolvimento, das suas contradições, de seus paradigmas”* (CALDAS *et al.*, 2006); é possibilitar que o público estabeleça relações entre a ciência e a sociedade; é tornar o conhecimento científico acessível para que ele seja discutido por toda a população. Deste modo, os materiais de DC devem ser produzidos de tal forma que os cidadãos tenham mais possibilidades de conhecer e opinar a respeito do fazer científico.

Nessa perspectiva, podemos dizer que as atividades de DC têm acompanhando a própria construção da ciência e da tecnologia, se orientando por diferentes objetivos. Albagli (1996) aponta como objetivos fundamentais desta atividade: a transmissão de informação científica voltada para a conscientização do cidadão a respeito de questões sociais, econômicas e ambientais; a transmissão de informação científica para mobilização popular, a fim de instrumentalizar os atores nas tomadas de decisão; e a transmissão de informação científica com objetivo educacional, ilustrando a prática científica e estimulando a curiosidade.

Apesar deste ponto de vista, a DC tem sido abordada sob diferentes enfoques pelos diversos profissionais que a praticam ou a estudam. Como não há na literatura

um conceito ou definição única que engloba todos os trabalhos de divulgação, explicitaremos inicialmente a terminologia utilizada neste trabalho, de modo a auxiliá-los na caracterização dessa expressão. Isso porque há divergências conceituais em relação aos termos *vulgarização*, *divulgação* e *popularização* científica, mesmo que todos eles tenham como objetivo o acesso e a disseminação do conhecimento científico e tecnológico. (NASCIMENTO, 2008; FERREIRA, 2013).

Em relação aos termos cabe ressaltar que no início do século XIX surge na França o termo *vulgarização da ciência* que já naquela época apresentava uma conotação pejorativa. Embora a expressão tenha o sentido de tornar algo conhecido, ela também traz a ideia de algo banal, como se a ciência estivesse sendo traduzida de modo vulgar e simplificado para a população. Como uma alternativa à nomenclatura anterior, surge também na França o termo *popularização da ciência*, porém ele não foi bem recebido na comunidade científica francesa, tendo maior aceitação por parte dos britânicos e, atualmente, em países da América Latina e do Caribe. Já no Brasil, o termo *popularização* se fortalece com a criação do Departamento de Difusão e Popularização da Ciência e Tecnologia, órgão vinculado ao MCTI, que tem como função principal implementar programas e formular políticas públicas na área (GERMANO; KULESZA, 2007).

O ato ou ação de popularizar, para Germano e Kulesza (2007), é difundir algo entre o povo – tornar popular –, o que nos remete a dois novos conceitos também problemáticos: o conceito de popular<sup>1</sup> e o conceito de povo<sup>2</sup>; o que poderia sugerir uma forma simplista de ver a popularização da ciência, como forma de simplificar os conceitos para torná-los agradáveis a todos. Os autores ainda refletem que:

[...] popularizar é muito mais do que vulgarizar ou divulgar a 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. 21).

Porém, o termo *Divulgação Científica* é o mais utilizado no Brasil (GERMANO; KULESZA, 2007). Mora (2003) define a DC como uma recriação do conhecimento científico, tornando-o acessível ao público. Bueno (2016) defende que a atividade de

<sup>1</sup> 1. Do, ou próprio do povo, ou feito por ele. 2. Simpático ao povo. 3. Vulgar, trivial. (FERREIRA, 2001).

<sup>2</sup> 1. Conjunto de indivíduos que falam (em regra) a mesma língua, têm costumes e hábitos idênticos, uma história e tradições comuns [...] 4. Aglomeração de gente; multidão. 5. Plebe. (FERREIRA, 2001).



difusão científica – todo processo de veiculação de informações científicas e tecnológicas – se desdobra em diferentes modalidades, as quais ele denomina de “*disseminação científica*”, modalidade que “*tem como público-alvo os especialistas, os próprios pesquisadores e cientistas*” (BUENO, 2016, p.1), e a “*divulgação científica*”, que é a difusão destinada para o público não-especializado, feita pelo próprio cientista e por jornalistas científicos.

Deste modo, optamos por utilizar neste trabalho a expressão Divulgação Científica, a qual se refere às ações relacionadas à difusão de conhecimentos científicos para um público não-especializado, que pode ser acessada por toda a sociedade, inclusive pelo próprio cientista, mas que não tem como finalidade a disseminação da pesquisa científica.

## **1.1 Os Primórdios da Divulgação Científica**

Reconstruir a história da DC é uma tarefa considerada muito complexa pelos especialistas da área, uma vez que a própria definição do seu termo é muito controversa. De acordo com Mora (2003), cada divulgador tem sua própria definição do termo que, mesmo sendo muitas vezes coincidente, acaba por não promover um consenso em relação a este.

Estudar seus aspectos históricos pode ilustrar como essas diferentes formas variaram através do tempo devido aos conceitos de ciência construídos e dos pressupostos filosóficos de determinada época, dos conteúdos científicos envolvidos, dos interesses políticos e econômicos e também dos meios disponíveis em determinado período para se divulgar ciência. Podemos dizer então que a DC é um processo que existe na sua relação com a prática científica e com a sociedade que faz uso de seus produtos – sem a ciência ou o público de interesse não há DC.

Há muitas especulações sobre sua origem, dentre elas, a de que os primeiros indícios de DC surgiram juntamente com a então chamada ciência moderna, nos anfiteatros europeus por volta do século XVII (MORA, 2003; FILHO *et al.*, 2015). Nessa época, a ciência se libera das convicções aristotélicas, dando início à primeira Revolução Científica (ALFONSO-GOLDFARB, 2004). Com a invenção da imprensa há uma diminuição do caráter privado da ciência, fazendo com que a sua difusão se desse mais rapidamente, o que acaba não sendo considerado um fator de grande impacto uma vez que grande parte da população era analfabeta.

Nessa época os cientistas eram vistos como inventores, apresentando suas máquinas e fazendo diversas demonstrações para o público (FILHO *et al.*, 2015) – como a “magia alquímica”, alguns fenômenos mecânicos, elétricos e pneumáticos. Já no fim do século XVIII, houve uma maior consolidação científica e tecnológica, principalmente com a Revolução Industrial, em que os equipamentos para a indústria eram construídos e aos poucos, substituindo a mão de obra humana. Isso criava uma demanda não somente em relação à pesquisa e experimentação, mas também em relação às demonstrações públicas para a aceitação popular e para dar aos profissionais conhecimentos básicos de ciência, que no entendimento dos industriais era importante.

Mora (2003) aponta que um momento relevante para o estabelecimento das atividades de divulgação foi o nascimento da *Académie Roale des Science* e a *Royal Societ*, em 1670, composta apenas por cientistas. Também nesse período deu-se início à publicação de trabalhos científicos, primeiramente como correspondência entre cientistas, depois entre cientistas e editores. Uma das primeiras revistas científicas foi a *Philosophical Transactions*, publicada pela *Royal Society*, que acabou estabelecendo o padrão de publicação científica, quando publicado no formato de artigo (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2007). Por volta de 1770 (FILHO *et al.*, 2015), livros infantis com conteúdo sobre ciência foram publicados, além de muitos outros TDC, inclusive para o público feminino da época.

Até então, não havia uma preocupação em se delimitar quem eram os produtores e quem eram os divulgadores da ciência (FILHO *et al.*, 2015), dando-se início às primeiras tensões em relação à essa diferenciação. Um exemplo desse fato foram os filósofos acadêmicos que buscavam diferenciar-se dos chamados “*vendedores científicos*”<sup>3</sup> (p.17). Assim, conforme as comunidades científicas foram se constituindo, os textos passaram a se tornar mais restrito às pessoas envolvidas com alguma forma de produção do conhecimento científico, como é o caso dos artigos científicos.

No final do século XX a DC tinha, segundo Mora (2003), dois objetivos: o de “*adaptá-la aos leigos, interessados em ciência, mas não especialistas*” e de “*informar os cientistas ativos em uma disciplina sobre aquilo que estava acontecendo em outras*” (p.23). Essas diferentes modalidades da divulgação também estão presentes

---

<sup>3</sup> Aqueles que faziam palestras e shows itinerantes, afim de vender seus produtos milagrosos.

na atualidade, portanto elas passam a ser diferenciadas utilizando-se terminações distintas, como já discutido, pois apresentam objetivos e linguagem específicos, de acordo com seu público alvo.

Colocamos aqui algumas informações sobre o início da DC na Europa e como ela está diretamente ligada à própria construção da ciência, devido à necessidade do cientista expor ao público, sejam seus pares ou aqueles a quem querem cativar, o resultado do seu trabalho. Nesse sentido, exibimos no próximo tópico um breve histórico da divulgação no Brasil a fim de caracterizá-la, tomando como base o texto *Aspectos Históricos da Divulgação Científica no Brasil*, de Moreira e Massarani (2002), que traz detalhadamente informações sobre o percurso da divulgação no país.

### **1.1.1 Um Breve Histórico da Divulgação Científica no Brasil**

No Brasil, a DC tem pelo menos dois séculos de história (MASSARANI, 1998), apresentando diferentes fases, com diferentes finalidades e características que refletiam o contexto e os interesses da época em relação à ciência, assim como ocorreu em outros países. Seu início no Brasil – está ligado ao início da atividade científica – se deu no século XIX com a transferência da Corte portuguesa, juntamente com importantes mudanças na vida política, cultural e econômica do país.

Ressaltamos que até o século XVIII, o ensino no Brasil se encontrava estritamente sob controle dos Jesuítas (ROCHA, 2010). O país, com baixa densidade de população letrada, não tinha acesso à educação de qualidade, destinada a poucos indivíduos de classes sociais dominantes. Além disso, a inexistência da imprensa e a proibição de livros publicados na Colônia foram fatores fundamentais para o quase inexistente acesso do conhecimento científico pela população nessa época, que foram adquiridos principalmente por meio da formação de alguns indivíduos no exterior.

Como as poucas ações ligadas à ciência nesse período eram restritas a necessidades técnicas e militares de interesse do governo português, como a cartografia e a astronomia, não era considerado importante a divulgação da ciência para o povo. Somente em 1772 ocorreu a primeira tentativa de uma associação preocupada na disseminação da ciência, liderada pelo marquês do Lavradio, com a criação da Academia Científica do Rio de Janeiro, que se dedicava às mais diversas áreas, como a física, a química e a medicina, sendo extinta sete anos mais tarde. Recriada posteriormente com o nome de Sociedade Literária do Rio de Janeiro, funcionou até 1794, quando foi fechada definitivamente por razões políticas, tendo

seus membros acusados de conspiração pró-independência da Colônia e aprisionados.

No início do século XIX, houve um movimento de retorno ao país dos brasileiros que haviam frequentado cursos superiores na Europa, o que contribuiu para uma lenta disseminação de novas concepções em relação à ciência. Conseqüentemente, outras manifestações mais consistentes em relação à divulgação da ciência passaram a acontecer no Brasil. Com a chegada da Corte portuguesa, os portos foram abertos e a proibição da imprensa foi suspensa, sendo criada em 1810 a imprensa Régia, que passou a publicar em pequena quantidade textos e manuais voltados para uma educação científica, entre os quais, manuais de ensino das primeiras academias de engenharia e medicina.

Os primeiros jornais, nesse período, também passaram a publicar notícias relacionadas à ciência, como “*A Gazeta do Rio de Janeiro, O Patriota e o Correio Braziliense (editado na Inglaterra)*” (MOREIRA; MASSARANI, 2002, p.45). Além disso, houve a criação da Academia Real Militar em 1810 e do Museu Nacional em 1818, apresentando interesse ligado à ciência e às técnicas. Os autores apontam para um decréscimo nas atividades de DC no período dito conturbado entre a Independência e a consolidação do Segundo Império, com um envolvimento menor da elite, que só retomou suas forças na segunda metade do século XIX, logo após a segunda Revolução Industrial na Europa.

O catálogo da Biblioteca Nacional mostra que ao longo do século XIX foram criadas aproximadamente 7.000 periódicos no Brasil, sendo que em torno de 300 eram de alguma maneira relacionados à ciência: produzidos por instituições ou associações científicas ou que possuíam as palavras ciência ou científico em seu título (MOREIRA; MASSARANI, 2002). Porém, esses periódicos expressavam pouco material com conteúdo científico. Mesmo assim, o fato de aparecer explicitamente nos títulos desses periódicos componentes científicos, ainda que se limitando a notícias curtas ou curiosidades, é significativo para o histórico da DC no Brasil, além de ser um reflexo cultural de uma época.

São apresentadas no artigo de Moreira e Massarani (2002) algumas características que definem a DC e o seu divulgador nesse período, como: uma ciência de caráter utilitário, divulgada predominantemente por homens ligados a ela por sua prática profissional, como professores, engenheiros, médicos e naturalistas,

por exemplo, não tendo sido relevante a participação de jornalistas ou outros escritores interessados em ciência, diferentemente do que veremos posteriormente.

Já no final do século XIX e início do século XX há certo decréscimo nas principais atividades de DC no Brasil: *“as conferências e os cursos populares declinaram, o envolvimento de cientistas e professores com essas atividades decresceu, assim como o número de revistas e artigos referentes à divulgação científica”* (MOREIRA; MASSARANI, 2002, p. 52). Essa redução, segundo os autores, não é um caso isolado, pois está correlacionado a uma diminuição nas atividades de divulgação que ocorreram similarmente em âmbito internacional.

Como na década de 1920 o Brasil ainda não tinha tradição em pesquisa científica, a DC ainda era tímida e aos poucos essa atividade passou a tomar forma. Neste período, um grupo de professores, cientistas, engenheiros e outros profissionais liberais, ligados a instituições educacionais e científicas do Rio de Janeiro, passaram a buscar um caminho para a pesquisa básica e para a disseminação mais ampla da ciência, como estratégia para o desenvolvimento científico. Porém, o marco desse período foi a criação da Sociedade Brasileira de Ciências em 1916, que em 1922 se transformou na Academia Brasileira de Ciências.

Neste mesmo período é fundada a Rádio Sociedade do Rio de Janeiro, a primeira rádio brasileira. Criada por cientistas, professores e outros intelectuais da época, tinha como objetivo principal a difusão de informações sobre temas educacionais, culturais e científicos, com uma programação variada que incluía desde música a inúmeros cursos e palestras. As expectativas eram muito elevadas em relação aos possíveis resultados da difusão da ciência e da cultura através do rádio, ainda mais quando grande parte da população não era alfabetizada.

Ao comparar as atividades de DC na década de 1920 com as realizadas no final do século anterior, Moreira e Massarani (2002) perceberam que elas se voltam menos para a exposição e a disseminação dos resultados de aplicações técnicas resultadas do trabalho do cientista, se voltando mais para a difusão de conceitos e conhecimentos da ciência pura. Outra característica é que essas ações passaram a ser mais organizadas tendo a participação de destacados cientistas e acadêmicos do Rio de Janeiro, refletindo a importância que eles atribuíam a essa atividade. Motivados pela criação de condições para o desenvolvimento da pesquisa básica no país, a DC passou a ter papel significativo na difusão de ideias sobre a ciência e sobre sua importância para a sociedade. No entanto, o caráter da divulgação que estava sendo

realizada era ainda fragmentado, reflexo da situação ainda muito frágil do meio científico.

A ciência continua sendo construída de forma lenta no Brasil, no período que vai da década de 1930 a 1970, ainda que tenham ocorrido alguns importantes eventos, principalmente no que tange às instituições, como a criação das primeiras faculdades de ciências e de institutos de pesquisa importantes e, em 1951, a organização da primeira agência pública de fomento à pesquisa, o Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq). Portanto, as atividades relacionadas à sua divulgação nessa época eram menos intensas, mas não inexistentes.

As últimas décadas têm sido um período particularmente importante no que diz respeito às atividades de DC, embora o país ainda esteja longe de ter uma atividade ampla, abrangente e de qualidade nesse domínio. Nos anos 1970, as reuniões anuais da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), ligadas à oposição à ditadura militar, ganharam grande repercussão pública e midiática. A DC voltou a ser considerada como uma atividade importante por uma grande parcela da comunidade científica, especialmente por aqueles que a consideravam como um elemento importante de superação do subdesenvolvimento.

Os autores destacam como exemplo da força com que as atividades de divulgação voltam para o meio científico e social o surgimento de publicações como, *Ciência Hoje*, *Ciência Hoje das Crianças*, *Informe*, *Globo Ciência*, *Superinteressante*, ativas até os dias de hoje. De mesmo modo, apontam para o fato de que alguns jornais nacionais e regionais acabaram criando seções de ciência, especialmente após os anos 1980. Atualmente, o espaço dedicado à ciência nos jornais é geralmente muito limitado, tendo ainda poucos jornalistas especializados na área. Porém, o número de livros e coleções relacionadas a DC aumentou significativamente nas últimas duas décadas, sendo que, destes, predominam a tradução de texto internacionais à produção de autores nacionais.

Por fim, com base no estudo de Moreira e Massarani (2002), podemos notar que, apesar de ter apresentado um grande salto em relação à DC, essa atividade no país ainda possui muitos pontos a ser melhor abordados. Podemos citar como exemplo a visão mistificada que muitas vezes é dada à atividade científica, “*com ênfase nos aspectos espetaculares ou na performance genial de determinados cientistas*” (p. 62), raramente considerando aspectos que possam auxiliar na construção de uma visão mais realista sobre a ciência, “*como as questões de risco e*

*incertezas, ou o funcionamento real da ciência com suas controvérsias e sua profunda inserção no meio cultural e socioeconômico*” (p. 62). Além disso, os autores apontam para o fato que ainda há a abordagem da informação científica de forma muito simplista, que vê na população um conjunto de leigos em ciência que precisam receber um conhecimento redentor que, na sua forma descontextualizada, deixa de lado as interfaces entre a ciência e a cultura, tão importantes no processo divulgativo.

Veremos a seguir o posicionamento de alguns autores em relação a DC e em relação a importância da comunicação da ciência para a sociedade. Destacando que a atividade de divulgação vai além do ato de comunicar, uma vez que é uma atividade necessária para a política, para a economia, para a educação e para a cultura de um país.

## 1.2 Por que Divulgar Ciência?

No estudo histórico sobre a DC no Brasil, Moreira e Massarani (2002, p. 63) apontam que o *“modelo do déficit”*, em que os divulgadores apresentam a ciência como redentora de todos os problemas da sociedade, ainda é predominante. Além de o conteúdo divulgado possuir pouca interface com as demais áreas da sociedade, ele raramente considera o contexto da produção científica, expondo à população um conhecimento sensacionalista, de uma ciência neutra e mitificada (MELO, 1984; MOREIRA; MASSARANI, 2002; ROCHA, 2012). Trachtman (1981) ainda coloca a natureza ambígua do conhecimento científico como um empecilho para a população (mesmo alguém pertencente ao meio científico) ter melhor discernimento em relação à informação científica que lhes é transmitida, acreditando que inserir mais informação científica para o público não é suficiente para justificar os investimentos em DC. Albagli (1996), por sua vez, indica a própria natureza da divulgação como um dos fatores de distorção e deturpação da informação, quando este simplifica excessivamente o conteúdo abordado. Assim, acredita-se que é necessário alcançar um equilíbrio entre os objetivos da divulgação, do entusiasmo com que se transmite a informação e o conteúdo científico, evitando a transmissão de uma *“visão exagerada das possibilidades da ciência moderna”* (ALBAGLI, 1996, p. 409).

Apesar das críticas apresentadas em relação à difusão da ciência, diversos autores indicam diferentes benefícios para justificar essa atividade. É inegável que a informação do conhecimento científico é necessária, tanto para a própria comunidade

científica como para a sociedade em geral, mas qual é o seu propósito? Afinal, por que divulgar Ciência? A resposta pode parecer óbvia, mas está muito além do ato de divulgar resultados para o público como uma forma de prestação de contas do pesquisador para com a sociedade. A Ciência se tornou um importante recurso econômico e um componente muito relevante quando falamos do patrimônio cultural da sociedade contemporânea, que acaba por influenciar a maneira como vemos o mundo a nossa volta. A sua difusão vem, assim, tentando garantir o acesso dos cidadãos ao conhecimento da ciência, tornando-o mais universal, e conscientizando a população da sua importância para a sociedade. Deste modo, divulgar o conhecimento científico não é só responsabilidade e obrigação moral do pesquisador, mas também um direito fundamental do cidadão de apropriar-se do saber e, mais do que isso, é um dever social. (CANDOTTI, 2002; CASTELFRANCHI, 2010)

A partir da existência de diferentes concepções em relação à DC, seus benefícios e críticas a ela associadas, apresentamos a seguir argumentos comumente utilizados por pesquisadores na tentativa de justificar o porquê de se divulgar ciência. É importante ressaltarmos que ao tentar listar esses argumentos, podemos expressar uma visão limitada e de certo modo simplista em relação à finalidade da DC – quando sabemos que não o é. Apesar disso, essa classificação pode nos guiar em relação ao que a literatura indica como a importância de se divulgar ciência. Tomamos como base para a categorização dos argumentos o trabalho de Thomas e Durant (1987) que, na tentativa de responder a questão “*Why Should we Promote the Public Understanding of Science?*” (Por que devemos promover a compreensão pública da ciência?), listam uma série de fatores que podem ser influenciados pela difusão da informação científica e tecnológica.

#### I. Interesse da própria ciência

Como forma de se apresentar à sociedade, a DC é uma forma de promoção da Ciência em que, ao exibir seus resultados de pesquisas, suas parcerias e financiamentos e toda a construção científica do nosso país, ela se impõe mostrando sua importância. Além disso, a necessidade de atrair novos cientistas é essencial para a manutenção da pesquisa, o que depende do interesse do público em geral com assuntos relacionados à ciência e à tecnologia (THOMAS; DURANT, 1987; CANDOTTI, 2002; SILVA *et al.*, 2002).



Pode haver uma falta de confiança em relação à atividade científica (THOMAS; DURANT, 1987) quando o público não é informado de maneira adequada. Eventualmente, isso pode levar a uma falta de apoio em relação a essa atividade, seja na diminuição de financiamento, na diminuição do interesse dos jovens em fazer parte desse meio, na falta de interesse popular ou até mesmo na revolta da população em relação à atividade científica, indo contra alguns de seus produtos (como a energia nuclear ou o uso de células tronco, por exemplo) devido à falta de informação.

## II. Interesse econômico

Mesmo que de forma indireta, o nível de conhecimento técnico-científico da população está relacionado ao desenvolvimento de C&T no país, que implica diretamente no seu sistema econômico. Assim, a DC não é só um instrumento de geração de opinião pública que sustenta o capital de financiamento da pesquisa, mas é também um modo de suprir a demanda de profissionais para a área e de contribuir para a sua formação, mantendo-os atualizados, afim de manter a demanda de seus produtos. (THOMAS; DURANT, 1987)

## III. Interesse político

Muitos países investem parte considerável do seu PIB no desenvolvimento de P&D, para garantir sua tecnologia e conhecimento nas mais diversas áreas. Para isso, é necessário a aprovação ou o não questionamento da população em relação a esses investimentos, além da constante prestação de contas a ser comunicada através dos jornais e revistas. (CASTELFRANCHI, 2010)

A comunicação pública da ciência também é uma forma de mostrar os sucessos de uma nação no campo científico e tecnológico. Quanto maiores as inovações nesse campo, maior o prestígio e influência de um país em relação aos demais. (THOMAS; DURANT, 1987)

## IV. Benefício para o próprio indivíduo

É inegável que o conhecimento adquirido por uma pessoa a auxilia na tomada de decisões em relação à sua vida e ao mundo que habita. Comunicar ciência passa a ser então uma forma de manter a população não-especializada a par do conhecimento científico, auxiliando-a na tomada de decisões cotidianas em relação à sua saúde, segurança, escolhas de consumo e também na argumentação frente a

questões políticas, sociais, econômicas e de C&T. (THOMAS; DURANT, 1987; CANDOTTI, 2002)

#### V. Benefício para a Democracia

A ciência moderna é muito mais do que uma atividade puramente privada, uma vez que grande quantidade de pesquisa científica é financiada por fundos públicos e que os resultados desta pesquisa exercem profunda influência sobre muitos aspectos da vida pública e privada, o cidadão tem o direito de participar e opinar na tomada de decisões em relação a C&T.

“Se a ciência é controlada pelo povo, então eles precisam saber mais sobre a ciência. Vale a pena observar que dois benefícios distintos estão em jogo aqui. Uma maior compreensão pública da ciência pode ser pensada para promover a tomada de decisões democráticas (ao incentivar as pessoas a exercerem seus direitos democráticos), que pode ser considerado algo bom por si só; mas, além disso, pode ser pensado para promover a tomada de decisões mais eficazes (ao encorajar as pessoas a exercerem seus direitos democráticos sabiamente). Seus benefícios têm sido amplamente discutidos na literatura em relação a participação do público na ciência, e este último parece estar incorporado no relatório da *Royal Society* afirmando que ‘uma ampla compreensão dos aspectos científicos de uma determinada questão não irá conduzir automaticamente a um consenso sobre a melhor resposta, mas pelo menos levará a mais informadas e, portanto, melhor tomada de decisões’”. (THOMAS; DURANT, 1987, p. 05-06, tradução nossa<sup>4</sup>)

Podemos assim dizer que quanto maior o nível cultural-científico do cidadão, maior será a possibilidade do controle social da ciência e tecnologia por meio de sua participação cívica e cotidiana, afirmando o bem comum como uma das finalidades da ciência. (SILVA *et al.*, 2002)

#### VI. Interesses éticos e estéticos

Existem alguns princípios que nos motivam e nos orientam em relação à atividade científica, sendo que, grande parte desses princípios são meramente estéticos, apresentando para a sociedade a ciência como arte e parte de sua cultura,

---

<sup>4</sup> Tradução livre do texto original: “*If science is to be controlled by the people, then the people had better know something about science. It is worth observing that two distinct benefits are at stake here. Greater public understanding of science may be thought to promote more democratic decision-making (by encouraging people to exercise their democratic rights), which may be regarded as good in and of itself; but in addition, it may be thought to promote more effective decision-making (by encouraging people to exercise their democratic rights wisely). The former benefit has been widely discussed in the literature on public participation in science, and the latter appears to be embodied in the Royal Society Report’s contention that ‘wider understanding of the scientific aspects of a given issue will-not automatically lead to a consensus about the best answer, but it will at least lead to more informed, and therefore better, decision-making’.*”

a fim de mostrar seus resultados como algo único e inovador. Podemos dizer que promover a divulgação da ciência é tão necessária quanto preservar livros raros, conservar o patrimônio físico e cultural da sociedade e promover arte, pois, sem o conhecimento da ciência “*a vida valeria muito menos a pena de ser vivida*” (THOMAS; DURANT, 1987, p. 08).

Além dos princípios estéticos existem os princípios éticos, relacionados com os princípios morais da ciência e do cientista. A comunicação e informação das ideias científicas e dos resultados de pesquisa são fundamentais para a população como forma de avaliar o impacto da sua construção na sociedade e na cultura. Assim, disseminar ciência é uma forma de agir sobre a sociedade que, ao refletir sobre essa atividade, também passa a agir sobre ela. (THOMAS; DURANT, 1987; CANDOTTI, 2002)

Ao indicar alguns argumentos que são apresentados como benefícios da comunicação da ciência, podemos verificar que eles estão de algum modo conectados. Mas isso não quer dizer que toda DC visará os benefícios aqui listados. Alguns divulgadores se guiarão pelo caráter “*instrumental*” (CASTELFRANCHI, 2010, p.14) da DC, ou seja, o de compreender a ciência de forma prática, como um instrumento que auxilia na tomada consciente de decisões pessoais racionais, que vão desde a escolha do alimento que ingerimos até a formulação de opinião sobre assuntos polêmicos, como a legalização da maconha. Por outro lado, outros podem ser motivados pelo seu caráter “*não instrumental*” (CASTELFRANCHI, 2010, p.14), seus valores estético, intelectual e moral, como uma importante parte da nossa cultura, a qual temos o direito de usufruir.

Castelfrachi (2008) analisa uma série de declarações de jornalistas científicos, manuais de divulgação, editais de financiamento, entre outros diversos documentos, e reúne uma série de justificativas para a comunicação da ciência, que ele agrupa em três grandes grupos (Figura 1.1):



Figura 1.1 - Alguns argumentos recorrentes que motivam a comunicação de C&T para o público.

Fonte: CASTELFRANCHI, 2008, p. 287.

A partir de todos esses argumentos, podemos dizer que a comunicação da ciência não é apenas uma obrigação do pesquisador e nem apenas um direito do cidadão, mas sim uma necessidade, política e econômica, é uma estratégia importante para a democracia e para a dinâmica da própria ciência e da sociedade, para garantir competitividade no meio, para formar novos pesquisadores, aumentando sua aceitação e sua credibilidade frente à sociedade. Tomando emprestado as palavras de Castelfranchi (2010, p.15), podemos dizer que *"a comunicação científica não é apenas uma escolha, uma opção dos cientistas, um dever de alguns ou um direito de outros, mas também uma parte fisiológica, intrínseca, inevitável [...]"* (grifo do autor).

### 1.3 O Texto de Divulgação Científica

No tópico anterior apresentamos alguns dos argumentos considerados mais relevantes em relação à importância de se divulgar ciência nos tempos atuais, principalmente no que diz respeito a maneira como o conhecimento de ciência afeta e é afetado pela sociedade. Com a conscientização popular em relação à importância da ciência, há um interesse cada vez maior da população por informações dessa natureza e, conseqüentemente, um maior esforço dos meios de comunicação para a sua divulgação. Assim, a mídia em geral (jornais, revistas, TV, *Internet*, etc.) acabou

se tornando responsável por transmitir as “inovações” científicas e tecnológicas para o mundo, diminuindo o abismo existente entre a ciência e o público em geral.

Uma das modalidades da DC é a textual, veiculada por diversos meios de comunicação, como jornais, revistas, livros ou meio eletrônico, integrando o leitor com a pesquisa científica e tecnológica. Seu produto final, o Texto de Divulgação Científica, permite um maior alcance da informação pela sociedade (seja o cientista, a comunidade acadêmica ou a população em geral) se comparado aos artigos científicos, que acabam por circular somente dentro da comunidade científica. Assim, discorreremos aqui considerações sobre os TDC, características do discurso da ciência, presente nestes, e uma visão geral em relação à utilização do TDC no Ensino de Ciências.

A definição dos TDC está diretamente ligada à definição da própria DC que, conforme apresentamos, sofre uma certa variação entre os profissionais de diferentes áreas da divulgação – cientistas e jornalistas. Assim, o discurso de divulgação acaba sendo constituído por elementos de diferentes esferas, o que gera diferentes visões dos pesquisadores em relação ao que é o discurso da DC: se uma reformulação do discurso da ciência (AUTHIER-REVUZ, 1998); um entremeio aos diferentes discursos (ORLANDI, 2001); ou a formulação de um novo discurso (ZAMBONI, 1997).

Uma vertente que se aproxima da noção que possuímos em relação à noção de discurso da DC – como sendo um discurso próprio e diferente do discurso científico – é a discutida por Zamboni (1997) em sua tese de doutorado *“Heterogeneidade e Subjetividade no Discurso da Divulgação Científica”*. A fim de nos auxiliar a caracterizar o TDC e o seu discurso, apresentamos uma síntese dos principais argumentos da pesquisadora, justificando o porquê de adotá-los na definição de DC empregada nesta pesquisa.

Para Zamboni (1997) o discurso da DC é aquele que informa conhecimentos produzidos na ciência para que eles possam contribuir para uma melhoria na qualidade de vida dos cidadãos e que, além disso, também apresenta um caráter educativo. Como o público alvo a ser atingido é formado por não-especialistas em determinadas áreas de C&T, ela coloca a divulgação como um discurso independente, sendo necessário a decodificação da linguagem técnico-científica, elaborada pelo divulgador para o público leigo.

Os divulgadores da ciência possuem um *“repertório de recursos expressivos”* (ZAMBONI, 1997, p. 25) para a produção dos efeitos de sentido no texto, que os

auxiliam na condução e na comunicação da informação. Além disso, a autora coloca o divulgador como um enunciador do discurso, ou seja, ele não é um interlocutor real protagonista do discurso, mas um representante de um grupo social de lugar determinado, o que Pechêux chama de “*formação imaginária*” (1997, p. 82), que tem como foco a (re)transmissão do conhecimento científico para o público, por meio de seus escritos – os TDC.

Na concepção de Zamboni, para que possamos caracterizar um TDC é necessário que haja o discurso fonte, o texto original produzido pelo próprio pesquisador (artigo científico, por exemplo), e o destinatário, o público não especializado em matéria de ciência e tecnologia ou não especializado em determinada área da ciência. Esses dois componentes formam um conjunto de enunciados em que o divulgador fala pelo cientista para o público. Assim, temos que o objetivo do divulgador é transformar o conhecimento científico em “*conteúdo divulgador*” (GONTIJO, 2016, p. 24), através dos diferentes domínios discursivos, neste caso, o discurso científico, jornalístico, didático e cotidiano.

Os TDC possuem traços próprios que, ao tornar acessível a linguagem científica ao leitor, está sujeito a distorções, caso simplifique demais o discurso da ciência (ZAMBONI, 1997). O mais importante em um TDC é o envolvimento do leitor para com ele, fazendo-o se interessar pelo assunto tratado. Por isso, é necessário muitas vezes deixar de lado o rigor do discurso da ciência dando espaço para um novo discurso, o discurso da DC. Essa construção tem como finalidade aproximar o leitor do conhecimento científico, facilitando a sua compreensão em relação ao conteúdo tratado e fazendo a ligação entre a ciência e o mundo em que vivemos (ZAMBONI, 1997).

[...] alterando-se o lugar do destinatário, o lugar do enunciador também se altera, uma vez que, [...] o discurso não existe independentemente daquele a quem está endereçado. Mas: alterando-se os lugares dos protagonistas da cena enunciativa, restam alteradas todas as demais configurações do cenário, inclusive o canal da comunicação (geralmente a imprensa escrita, falada e televisionada), a modalidade de linguagem empregada, as fontes de informação, o tratamento do assunto, o formato do texto-produto. Submetido a outras condições de produção, o discurso científico deixa de ser o que é. Passa a ser um outro discurso, ou uma outra formação discursiva, que se situa num outro lugar, diferente do lugar onde se situa o discurso científico. (ZAMBONI, 1997, p. 89)

É importante ressaltar que esse novo discurso é uma produção com o intuito de aproximar o público da ciência, informando-os em relação ao trabalho desenvolvido no campo da C&T, mas que, em sua maioria, não abandona ou simplifica o conteúdo

do saber científico. Entretanto, não podemos descartar qualquer outro tipo de interferência ou indução que o texto possa apresentar, pois ele é influenciado pela própria visão do divulgador, das necessidades dos editores e das normas do meio pelo qual a informação será veiculada.

De acordo com Vargas (2002), os veículos impressos de DC podem ser classificados de acordo com o público ao qual ele se dirige, separando-os em duas categorias: o “*texto de vulgarização ou popularização*” (p. 111), destinado a informar de forma compreensível um público supostamente não-especialista; e o texto de “*divulgação*” (p. 110), destinado a um leitor que detém algum conhecimento prévio em relação à ciência. Para a autora, textos como os artigos científicos, são destinados a especialistas em alguma área do saber que possuem conhecimento prévio sobre a pesquisa abordada, com a finalidade de registrar aquele saber e divulgá-lo para seus pares, em congressos e eventos específicos.

Segundo Vargas (2002), esses TDC direcionados ao leitor que possui algum conhecimento prévio, seja ele especialistas ou não, veicula o saber científico por meio de revistas como a *Scientific American*, a *Ciência Hoje*, a *Pesquisa FAPESP*, entre outras revistas e jornais de circulação restrita. Já os textos de popularização científica elaborados para o público mais leigo (sem conhecimentos prévios de ciência) veiculam as “novidades” científicas e tecnológicas por intermédio de revistas como *Galileu*, *Superinteressante*, *Época*, *Veja* e outros veículos de grande alcance. A autora alega que essas revistas de popularização científica constroem seus textos a partir de obras secundárias (a partir dos TDC), por isso não podem ser considerados como TDC que derivam de obras primárias (artigos científicos, cartas entre cientistas, entrevistas, etc), o que justifica essa classificação.

Tais considerações nos auxiliam a melhor compreensão do nosso objeto de estudo – os TDC da revista *Ciência Hoje online* –, identificando as características mais comuns desse gênero textual e sobretudo o tipo de público para os qual tais textos geralmente são direcionados. A partir disso, embarcaremos nos caminhos das pesquisas científicas que retratam os TDC como um potencial recurso didático para o ensino de ciências.

### **1.3.1 O que apresentam as Pesquisas?**

Muitas pesquisas têm se debruçado ao estudo dos TDC indicando as possibilidades que eles apresentam na abordagem de diversas temáticas, na

compreensão dos conteúdos científicos e na promoção da leitura sobre ciência e diversas outras formas da sua utilização em sala de aula.

Como nosso objetivo não é realizar um levantamento bibliográfico detalhado das pesquisas que utilizaram como objeto de análise os TDC trazemos apenas um panorama geral sobre o que vem sendo realizado no âmbito acadêmico, a fim de verificar os diferentes enfoques dado a um mesmo *corpus* analítico e as lacunas daquilo que ainda pode ser explorado, utilizamos o levantamento realizado por Gontijo (2016) em sua dissertação de mestrado que identifica os trabalhos publicados na área de ensino de ciências que abordam a seleção, caracterização e análise de TDC para fins pedagógicos. Sabendo das limitações desse levantamento, já que temos um período de quatro anos que nos distancia dele, podendo haver um número mais significativo de trabalhos desde então, verificamos também o próprio portal do Instituto Ciência Hoje (ICH) na *internet*. Ele reúne alguns trabalhos que utilizaram mais especificamente a revista *Ciência Hoje* como objeto de pesquisa, o que nos fornecerá uma visão mais ampla dos tipos de estudos já realizados com a revista e as diferentes abordagens utilizadas pelos autores, bem como as diferentes áreas que as estudam – já que o site não se limita apenas à área de Ensino de Ciência.

Gontijo (2016) realizou seu levantamento delimitando a busca por trabalhos completos publicados nas atas dos Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), no intervalo de 1997 a 2013, e em periódicos nacionais da área de Ensino de Ciências com conceito A1, A2, B1 e B2, conforme avaliação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ano de base 2013, totalizando 25 revistas.

Para a seleção dos trabalhos, Gontijo (2016) identificou no título do artigo, nas palavras-chaves e nos resumos, palavras que caracterizavam seus objetos de estudo como sendo os TDC. A autora encontrou um total de 24 trabalhos que apresentavam a seleção e caracterização de TDC para fins pedagógicos relacionados ao Ensino de Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química). Após leitura e análise desses trabalhos, ela verificou as principais revistas de DC analisadas nas pesquisas, os principais aspectos dos TDC verificados pelos pesquisadores e as considerações realizadas sobre seu uso em sala de aula.

Gontijo (2016) verificou que dos 24 trabalhos selecionados, dez usam a revista *Superinteressante* em sua análise, seguida com cinco trabalhos que utilizam a revista *Galileu*. Segundo a autora, essas duas revistas são “*um veículo de divulgação*



*científica que alcança toda a população por ser facilmente encontrada em bancas de jornais”* (p. 34), o que facilita a sua utilização em sala de aula, promovendo maior interesse dos pesquisadores. Cinco trabalhos analisam também a revista *Ciência Hoje*, publicada pelo Instituto Ciência Hoje. Gontijo coloca que a revista não atende um público tão amplo quanto a anterior, pois é mais voltada para a comunidade acadêmica, professores, estudantes e de modo menos abrangente à sociedade em geral, mas que sua utilização é facilitada pela disponibilização da sua versão *online* na *internet*. Por fim, outras revistas de DC disponíveis no levantamento da autora são a *Ciência Hoje das Crianças* (também divulgada pelo Instituto de Ciência Hoje), analisada em quatro trabalhos, a revista *Veja* e a *Scientific American Brasil*. As revistas *Pesquisa FAPESP* e *Época*, foram objeto de análise de dois trabalhos.

Além de verificar quais revistas de divulgação os trabalhos utilizaram como objeto de análise, a autora examinou os principais aspectos que os pesquisadores analisaram nos TDC, classificando-os em três grupos: trabalhos que analisaram conceitos específicos de determinada área, trabalhos que analisaram características do discurso da DC e trabalhos que investigaram aspectos da Natureza da Ciência (NdC) nos textos.

Alguns trabalhos foram classificados em mais de uma das categorias, sendo que, no geral, os aspectos que se destacaram foram trabalhos que abordavam a linguagem e o discurso dos TDC (como, uso de analogia e metáforas, conteúdo e forma do texto, entre outros), com 13 artigos, e trabalhos que analisavam a abordagem de conceitos específicos nos TDC (como, erros conceituais, concepções alternativas, etc.), com 12 artigos. Já os trabalhos que apresentaram como foco analisar características da Natureza da Ciência nos TDC foram três.

Dos trabalhos que retratam de alguma forma a Natureza da Ciência nos TDC, temos Pechula (2007) que analisou a formação do imaginário social do leitor promovido pela DC, sob a perspectiva sociológica, tomando como objeto de análise a revista *Superinteressante*. Segundo a autora, os textos retratam a informação científica de forma genérica e homogeneizada, não abrindo espaço para polêmicas e discussões teóricas, identificando, ainda, uma visão espetacularizada da ciência. Pechula (2007) verifica que as matérias geralmente fortalecem um imaginário da ciência ingênua, como solucionadora de todos os problemas, o que acaba contribuindo para uma concepção “*divinizada*” (p. 220) do conhecimento, que tem

como finalidade compreender a natureza. Essa banalização da informação científica nos TDC acaba criando um paradoxo entre a ciência produzida e a ciência divulgada.

Outro trabalho é o de Albuquerque *et al.* (2011), que indica como sendo importante o uso de materiais de DC na formação de leitores capazes de discutir e argumentar em relação à informação em diferentes meios de comunicação. O autor utiliza dois textos – um da revista *Veja* e outro do Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) – sobre o caso da reclassificação de Plutão para apontar as controvérsias deste caso sob diferentes perspectivas, analisando a imagem transitória e em constante construção que eles apresentam da ciência. Tais colocações realizadas nos TDC podem contribuir para a abordagem de aspectos da Natureza da Ciência no ensino, resultando em “*formas mais adequadas ou distorcidas de concepção sobre o processo de construção da ciência*” (GONTIJO, 2016, p. 38) dependendo da maneira como o tema é retratado.

Por fim, temos o trabalho de Oliveira (2013) que teve como objetivo analisar características da prática científica nos TDC da revista *Pesquisa FAPESP*. A autora adota como referencial teórico os estudos da sociologia da ciência de Bruno Latour, principalmente nos que se refere às construções sociais. Com isso, ela verifica a presença de fatores como o trabalho em grupo, a presença de incertezas na pesquisa, a influência da ciência na esfera política e social, entre outras características importantes para discussão do funcionamento da ciência, o que faz com os TDC sejam uma ferramenta didática útil para abordagem de aspectos da Natureza da Ciência no ensino.

Em relação as considerações que os 24 trabalhos analisados por Gontijo (2016) fazem em relação ao uso do TDC em sala de aula, podemos destacar:

- A presença de recursos nos TDC que contribuem para a melhor compreensão do conteúdo, como imagens, metáforas e analogias;
- Aproximação do leitor com o conhecimento científico através de uma linguagem acessível;
- Abordagem de temas da atualidade que motivam o estudante, auxiliando no desenvolvimento de sua capacidade crítica e dialógica;
- Presença da relação ciência e sociedade e algumas questões éticas;
- Possibilita a abordagem de aspectos relacionados a Natureza da Ciência.

A autora também destaca uma unanimidade dos autores que afirmam que o professor é o principal mediador em relação ao uso do TDC em sala de aula. Como esse texto não é produzido com uma finalidade pedagógica para situações formais de ensino, é importante que o professor esteja sempre atento a melhor forma de incluí-lo em suas aulas, principalmente no que se refere ao cuidado com a presença de erros conceituais e com a presença de conceitos exageradamente simplificados como o uso de analogias equivocadas, por exemplo.

Com base em sua análise, Gontijo (2016) aponta que alguns trabalhos indicam que os TDC podem contribuir para o planejamento de novas estratégias de ensino, porém é necessária atenção redobrada por parte dos professores que não possuem muita familiaridade com a sua utilização em sala de aula ou, até mesmo, com o tema a ser abordado, devido a algumas informações equivocadas que eles podem apresentar. Por isso, é necessária uma avaliação prévia do texto a ser trabalhado em sala, com um estudo prévio sobre a temática. Outros autores apontam para a utilização de outros recursos de auxílio ao professor como, por exemplo, modelos físicos (concretos) que possibilitem explicar os conceitos empregados.

O levantamento realizado por Gontijo (2016) expõe um panorama geral sobre a pesquisa realizada em relação ao uso dos TDC e suas potencialidades para o ensino de ciências da natureza. Por apresentar uma série de recursos e uma linguagem diversificada, os TDC possuem um grande potencial a ser explorado em sala de aula, principalmente se comparado aos materiais didáticos. Além disso, como eles retratam assuntos contemporâneos, acabam trazendo uma nova dinâmica para a sala de aula, mantendo alunos e professores atualizados em relação à C&T. Porém, é importante ressaltar que o seu uso deve ser planejado antecipadamente pelo professor, não somente no que se refere a maneira de aplicá-lo em aula, mas em relação a finalidade do seu uso, o que se deseja ao abordar determinado assunto com o TDC, para que haja um melhor aproveitamento deste recurso por parte dos professores e alunos.

Além disso, pudemos verificar que existem poucos trabalhos que estudam os aspectos da Natureza da Ciência presentes nos TDC, o que nos incentivou a aprofundarmos nosso estudo em relação à essa questão. Além disso, no levantamento realizado por Gontijo (2016), verificamos que a revista *Ciência Hoje* tem aparecido significativamente nas pesquisas relacionadas à análise do potencial de seus textos. Por ser escrita e/ou revisada por pesquisadores e profissionais ligados à ciência, ela acabou ganhando muita credibilidade no meio escolar e científico,

principalmente por não apresentar muitos erros conceituais (AIRES *et al.*, 2003; GOMES *et al.* 2007; PEREIRA; TERRAZZAN, 2011).

O portal do ICH na *Internet* reúne um banco de dados<sup>5</sup> com diversos trabalhos (monografias, artigos científicos publicados, dissertações e teses) que utilizaram não só a revista *Ciência Hoje*, mas outras publicações do instituto, como objeto de pesquisa nas mais diversas áreas.

Nas três teses de doutorado disponíveis no banco de dados, duas utilizam como objeto de estudo a revista *Ciência Hoje das Crianças*, enquanto uma aborda as características do discurso de DC na revista *Ciência Hoje*, apontando as diferenças e semelhanças das estruturas textuais e estratégias discursivas entre os textos que são produzidos por jornalistas e dos que são produzidos por cientistas (GOMES, 2000).

Na seção das dissertações de mestrado, foram verificados 11 trabalhos, sendo que em oito deles o objeto de estudo foi a revista *Ciência Hoje* e dois a revista *Ciência Hoje online*. Os estudos foram realizados nas mais diversas áreas, desde Letras, Sociologia e Comunicação, até a Educação em Ciência, com três trabalhos. Dentre eles se encontram o trabalho de Brandão (2007), com o objeto de verificar como a comunidade científica aborda as questões ambientais para a sociedade através das matérias da revista; e os trabalhos de Dias (2009) e Alvetti (1999), que trabalham com os TDC com relação ao Ensino de Física.

Dos 22 artigos disponíveis na página do ICH, dez utilizam a *Ciência Hoje* na versão física como objeto de estudo enquanto dois utilizam a versão *online*. Desses 11 trabalhos, seis abordaram os TDC no Ensino de Ciências. Dentre eles, podemos verificar o artigo de Ferreira e Queiroz (2011) que traz os resultados obtidos da seleção de TDC publicados na revista *Ciência Hoje*, no período de 2004 e 2009, e que possuem relação com temas de Química, com o objetivo de apresentar elementos que auxiliem o professor na utilização desse material em sala de aula. Ferreira e Queiroz (2012) também analisaram as características discursivas presentes nos artigos da revista CH, capazes de auxiliar a sua utilização como recurso didático por professores em aulas de química. Cantanhede *et al.* (2010) analisa artigos relacionados à área de Química, na seção “O leitor pergunta” da revista *Ciência Hoje*, a fim de evidenciar as concepções de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) ali presentes. Já Lovato e Moreira (2010) analisam os TDCs da revista *Ciência Hoje online* e no jornal *Zero Hora*,

---

<sup>5</sup> Disponível em <http://cienciahoje.uol.com.br/instituto-ch/na-academia>, acessado em Abril de 2016.

com intenção de verificar sua contribuição para uma Alfabetização Científica. Brandão *et al.* (2009) refletem sobre a divulgação ambiental na revista *Ciência Hoje* e discutem, bem como em sua dissertação, a maneira como essa abordagem vem sendo realizada. De mesmo modo, Dias *et al.* (2010), traz os resultados da sua dissertação em um artigo que discute a interpretação de licenciandos em Física ao utilizarem os TDC da revista *Ciência Hoje* e da *Pesquisa Fapesp*.

Os trabalhos aqui apresentados evidenciam as diversas possibilidades de utilização de artigos da revista *Ciência Hoje* como objeto de pesquisa, a fim de trazer novas opções que contribuam positivamente para o Ensino de Ciências. Entretanto, apenas o trabalho de Martins *et al.* (2001) verificou o modo como os TDC da revista *Ciência Hoje* podem contribuir para o conhecimento de aspectos da Natureza da Ciência por parte dos alunos, sendo um dos fatores que nos motivou a aprofundar nossos estudos a partir desta perspectiva com a versão *online* da revista.

### 1.3.2 A Revista Ciência Hoje

Lançada em 1982 na 34ª Reunião Anual da SBPC, a *Ciência Hoje* é uma revista de DC que tem como objetivo

“estabelecer um canal de comunicação entre a comunidade científica e o grande público; e promover o debate político em torno de questões como cidadania, educação e participação universitária, possibilitando, assim, a democratização da ciência.” (IVANISSEVICH, 2002, p. 24)

Do projeto inicial à sua criação, passaram-se seis anos e diversos obstáculos, desde a falta de apoio financeiro à pressão do regime militar, que temia o crescimento da revista por contribuir para a abertura do debate e para o fortalecimento da democratização no país (IVANISSEVICH, 2002; LESSA, 2007).

Como primeira revista de DC, a *Ciência Hoje* encontrava (e ainda encontra) um grande obstáculo, o de superar o isolamento da comunidade científica aproximando-a do público leigo, traduzindo a linguagem especializada dos artigos científicos por outra de maior clareza e simplicidade, mas sem a perda do rigor científico (IVANISSEVICH, 2002). Além disso, a revista precisava ser capaz de suscitar a atração e o interesse do leitor para o seu conteúdo e, ainda estar atenta em evitar transmitir uma visão de ciência positivista, mas sim sustentar que ela é indispensável para o desenvolvimento da humanidade (LESSA, 2007).

Assim, a revista contou com a colaboração de cientistas de diversas áreas do conhecimento, bem como ofereceu um panorama geral da produção científica dentro

das universidades e centros de pesquisas nacionais e internacionais, dirigindo-se para um público bastante heterogêneo (estudantes e professores do ensino médio, a comunidade acadêmica e a sociedade em geral)<sup>6</sup>.

Essa grande rede de colaborações foi ilustrada por Ivanissevich (2002) em seu artigo comemorativo dos 20 anos da revista *Ciência Hoje*, que traz dados desde a sua primeira publicação até o ano de 2002, em que mais de 2 mil cientistas no Brasil e exterior contribuíram com artigos, além de cerca de 850 pesquisadores que foram consultados durante a avaliação dos textos e mais de 70 jornalistas que colaboraram com a revista.

O universo da *Ciência Hoje* expandiu e, da ideia original da revista de DC, surgiram diversas publicações, projetos de educação e outras iniciativas de popularização da ciência. Com base na “*História do ICH*”<sup>7</sup>, disponibilizada no site do Instituto *Ciência Hoje* (ICH), apresentamos aqui um breve histórico dos frutos de seu desenvolvimento:

- O *Jornal da Ciência* é um informativo semanal, criado em 1985 como *O Informe*, com o intuito de discutir “políticas públicas de ciência, tecnologia e educação”;
- Em 1986 surge a *Ciência Hoje das Crianças*, uma revista dedicada ao público infantil, primeiramente como um encarte na edição 27 da revista *Ciência Hoje* e posteriormente se tornando uma publicação independente;
- Em 1988, surge a *CienciaHoy*, revista de DC criada em parceria com pesquisadores Argentinos;
- Com o sucesso da DC voltada para as crianças, implementou-se em 2001 o *Programa Ciência Hoje de Apoio à Educação*, com o intuito de promover mudanças na aprendizagem;
- O projeto *Ciência Hoje* também criou a *Ciência Hoje na Escola*, uma coleção de livros destinada ao ensino fundamental, que contém uma série de artigos e experimentos a serem realizados pelos alunos;
- Em 2003, foi criado o ICH, uma sociedade civil sem fins lucrativos que passou a organizar todas as produções e iniciativas do projeto.

---

<sup>6</sup> Disponível em <http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/instrucoes-para-autores>, acessado em Março de 2016.

<sup>7</sup> Disponível em <http://cienciahoje.uol.com.br/instituto-ch/historia/frutos-do-pioneirismo>, acessado em Março de 2016.

Além de todas essas iniciativas do projeto, houve a necessidade de uma adaptação de seus produtos para as tecnologias digitais, que estavam se popularizando no mundo. Assim, no início da década de 1990, mesmo antes da disponibilização da *internet* para usuários brasileiros, a *Ciência Hoje* passou a disseminar a ciência eletronicamente:<sup>8</sup>

- Criada em 1993, a *Ciência Hoje Hipertexto* sintetizou as melhores matérias da revista impressa, disponibilizando-as via *Bulletin Board System* (tecnologia que permitia acessar pela linha telefônica o servidor disponível na redação da revista e transferir os arquivos para os leitores);
- Em 1994 foi lançada, na Bienal do Livro, a *Ciência Hoje das Crianças Eletrônica*, uma adaptação da revista impressa comercializada em disquetes;
- A última edição da *Ciência Hoje Hipertexto* foi ao ar em outubro de 1995, devido à liberação e consolidação do acesso à *internet* no Brasil;  
No mesmo ano, foi então disponibilizada a primeira versão da *Ciência Hoje Online*, que hoje disponibiliza parte do conteúdo das publicações do ICH;
- Em 2001 é lançada a *Ciência Hoje das Crianças Online* (que havia sido interrompida em 1996) que, além da versão eletrônica da revista, conta com uma rede social de leitores, o *Clube do Rex*<sup>9</sup>.

### 1.3.3 A *Ciência Hoje online*: delimitando o objeto de pesquisa

A expansão virtual do universo da *Ciência Hoje* nos mostra como os novos meios de comunicação podem contribuir para a democratização social da DC, fazendo com que esta tenha um maior alcance na sociedade e atinja os mais diversos públicos com a versatilidade de suas notícias na rede. Rocha e Massarani (2016), ao analisar os comentários dos leitores sobre os textos da revista *Ciência Hoje das Crianças Online*, verificaram que muitos relacionam o conteúdo apresentado com o cotidiano, além de comentários positivos em relação ao texto, que remetem ao seu uso como fonte de informação nas tarefas escolares. Além disso, as autoras observaram comentários de adultos e professores, indicando que estes fazem parte do público

<sup>8</sup> Disponível em <http://cienciahoje.uol.com.br/instituto-ch/historia/vanguarda-eletronica>, acessado em Março de 2016.

<sup>9</sup> Disponível em <http://cienciahoje.uol.com.br/instituto-ch/historia/frutos-do-pioneirismo>, acessado em Março de 2016.

ativo da revista *online*, o que nos mostra que o acesso e a interação do público com o material das revistas são um reflexo positivo do uso e expansão da *Internet*.

Pesquisas também apontam que a visibilidade de artigos *online* nos últimos anos vem aumentando. O estudo de Lawrence (2001) relatou que o impacto das publicações na área de ciências da computação disponíveis em acesso livre na *internet* aumentou, indicando que o índice de citações das publicações *online* é 157% maior que as impressas. O aumento da visibilidade das revistas eletrônicas de saúde pública também foi notado por Bomfá e Castro (2004) e Castro (2006), que verificaram um aumento significativo de acesso e citações das revistas *online*, com base nos indicadores da *Scientific Electronic Library Online*. Aline Naoe (2012) também assinala o aumento do acesso às bibliotecas virtuais e, conseqüentemente, a maior visualização da produção científica. De um modo geral, a leitura *online* vem sendo mais utilizada pelos leitores, que informam a facilidade e rapidez no acesso de informações e seu baixo custo como fatores que contribuem para essa preferência (CAVALCANTE; FARIA, 2011).

Além disso, o acesso à *internet* pelas crianças e jovens vem crescendo a cada ano. Um estudo realizado em 2013 pelo Comitê Gestor da *internet* no Brasil (2014) verificou que, das 2.261 crianças de diferentes regiões do país entre nove e 17 anos entrevistadas, 77% tem acesso à *internet*, sendo que, em média, 63% destas acessam-na todos os dias. Em relação a atividade que realizam na rede, 87% das crianças afirmam buscar fontes para trabalhos escolares. De mesmo modo, a pesquisa realizada pelo CGEE e pelo MCTI sobre a percepção pública da população em relação à C&T em 2015, colocou a *internet* e as redes sociais como um dos maiores meios de veiculação de informação sobre ciência e tecnologia acessado por parte da população entrevistada.

A *internet* é atualmente a principal expressão das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), que faz parte de um novo paradigma tecnológico, proporcionando mudanças significativas nas práticas sociais e educacionais, alterando desde o modo como a informação é buscada até a forma como ela compartilhada (COLL; MONERO, 2010). Porém as TDIC vão além da relação do ser humano com a máquina, agindo também nas transformações sociais, econômicas e culturais, sendo mais que uma ferramenta de comunicação, transmissão e busca de informação. Segundo os autores, elas constituem um novo e complexo espaço global para a ação social, educacional e para o aprendizado.



Coll e Monero (2010) destacam características como a complexidade, velocidade e grande volume de informação, como relevantes em relação ao uso das TDIC na educação, que irão refletir no modo de ensinar e aprender. Além disso, o autor destaca as transformações das coordenadas espaciais e temporais no ambiente digital, que possibilita o estabelecimento de contato entre o estudante e o mundo exterior à escola, desenvolvendo neles a consciência das diferenças sociais, culturais, raciais e étnicas, presentes no mundo. As TDIC também permitem que os jovens tenham acesso a experiências ligadas à aprendizagem, mesmo que esta não esteja dentro dos padrões tradicionais do ensino, oferecendo novas oportunidades para o ensino formal.

Um dos maiores desafios no uso das TDIC no ensino está em mostrar ao professor que não basta inserir as tecnologias às práticas existentes, sem alterar o modo de ensinar (MIRANDA, 2007; RODRIGUES, 2009; BARCELOS *et al.*, 2010). De modo geral, as TDIC não devem ser consideradas apenas um instrumento de apoio ao ensino formal, pois elas permitem que o aluno experimente a aprendizagem fora dos muros das escolas (DUNKELS, 2006; LOUREIRO *et al.*, 2010; PATRÍCIO; GONÇALVES, 2010). O acesso a *internet* oferece ao jovem um ambiente rico em informação, no qual ele pode estar em constante aprendizagem, sem ao menos perceber – seja por meio de jogos, acesso a bibliotecas virtuais, acesso a conteúdo em redes sociais e ao acesso de revistas e textos *online*.

Toda a informação que antigamente se encontrava apenas nas escolas, nas bibliotecas e revistas científicas, se encontra disponibilizada na *internet*. Não somente o jovem, mas a sociedade em geral pode acessar esse conteúdo das suas próprias casas. O portal da *Ciência Hoje Online*<sup>10</sup>, por exemplo, além de disponibilizar as versões online de suas revistas, publica um noticiário científico exclusivo atualizado diariamente, com atualidades científicas do Brasil e do mundo, também conta com seções de notícias, resenhas, colunas, galerias, *blogs*, *podcasts* (arquivo de áudio digital) e serviço de RSS<sup>11</sup>, além de espaços temáticos, como a seção *Alô, professor*, destinado ao diálogo com os professores de ciências do ciclo básico e do ensino médio<sup>12</sup>.

---

<sup>10</sup> [www.cienciahoje.org.br](http://www.cienciahoje.org.br)

<sup>11</sup> Permite que os responsáveis de sites e blogs divulguem o conteúdo novo de maneira rápida e precisa aos seus usuários, na forma de um link ou resumo da notícia.

<sup>12</sup> Disponível em <http://cienciahoje.uol.com.br/alô-professor>, acessado em Abril de 2016.

Com a popularização das redes sociais nos últimos anos, o projeto visualizou uma grande oportunidade de utilizar diferentes ambientes na *internet* para a divulgação da ciência e tecnologia e, assim, ficar mais próximo de seus leitores, que podem interagir nas redes com o conteúdo disponível e com os próprios autores dos TDC publicados no meio *online*. Segundo McMillen (2013), os textos que são publicados em veículos de comunicação *online* incluem comentários interativos, conferindo aos internautas a oportunidade de ter um papel ativo na mídia, aumentando o interesse pela busca de informação por parte da população.

De acordo com a história da “*vanguarda eletrônica*”<sup>13</sup> do ICH, disponibilizada no próprio site, as redes sociais que fazem esse meio de comunicação entre os leitores e os divulgadores são:

- O *Twitter*, disponível desde 2009, que é usado como ferramenta de interação direta com os leitores, divulgação de *links* das notícias publicadas na *Ciência Hoje Online* e das principais novidades da ciência e da tecnologia;
- Criado em 2008, o canal do ICH no *Youtube* compartilha vídeos produzidos pela redação ou disponibilizados pelos pesquisadores associados às matérias publicadas;
- Em 2010 foi criado o perfil do ICH no *Facebook* que, posteriormente, em 2011 virou uma página na mesma rede, sendo mais um portal de comunicação eficiente com os leitores;
- Na rede social *Tumblr*, o ICH possui uma variedade de temas relacionados com a ciência em textos curtos e forte apelo visual;
- Já em seu perfil no *Delicious*, são apresentadas aos usuários as fontes de notícias mais consultadas pelos jornalistas do ICH sobre ciência e tecnologia.

Em nosso entendimento, a revista *Ciência Hoje online* além de estimular o interesse de jovens leitores pela ciência, acaba por aproximar os pesquisadores deste público. Além disso, o fato de disponibilizar parte do conteúdo da revista impressa na *internet* é outro fator que nos motivou na sua escolha como objeto de pesquisa, pois, a disponibilização gratuita faz com que uma parcela da população, que não poderia

---

<sup>13</sup> Disponível em <http://cienciahoje.uol.com.br/instituto-ch/historia/vanguarda-eletronica>, acessado em Março de 2016.

comprar mensalmente a revista, tenha acesso a parte dos seus textos de forma prática e rápida.

De um modo geral, os textos da revista *Ciência Hoje* se dividem em dois tipos<sup>14</sup>: os artigos, que apresentam uma abordagem ampla e aprofundada sobre temas de interesse gerais e de grande abrangência, devendo conter um título, resumo de abertura, sugestões para leitura, retranca (área do conhecimento: física, biologia, antropologia, entre outros) e ilustrações legendadas e com os devidos créditos; e as seções, que focalizam assuntos específicos e só exigem título, retranca e ilustrações. Em ambos os casos, a revista sugere que os trabalhos incluam referências à contribuição do autor ao tema abordado, mostrando uma preocupação com aspectos relativos à humanização da Ciência.

Atualmente a revista conta com um total de 12 seções que, de acordo com as “*Instruções para Autores*” disponíveis no site da revista, possuem as seguintes características:

- O Leitor Pergunta: “pesquisadores convidados pela redação respondem perguntas de leitores.”;
- Mundo de Ciência: expressa “comentários do colunista da seção sobre pesquisas relevantes de terceiros realizadas, em geral, no exterior e publicadas em revistas científicas (fontes primárias), como *Science* e *Nature*. A seção é feita pela redação da revista; não estando aberta à contribuição espontânea.”;
- Pelo Brasil: contém “notas jornalísticas sobre temas atuais e pesquisas recentemente desenvolvidas em universidades brasileiras. A seção é feita pela redação da revista; não estando aberta à contribuição espontânea.”;
- Fora do quadro: “textos encomendados pela redação destinados ao público do ensino médio (alunos e professores), comentando algum artigo da mesma edição e tendo como referência os parâmetros curriculares.”;
- Opinião: “avaliação crítica de temas relacionados com ciência, política científica e tecnologia. É importante que os fatos e argumentos sejam abordados com objetividade, permitindo ao leitor construir sua própria opinião sobre o assunto.”;

---

<sup>14</sup> Disponível em <http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/instrucoes-para-autores>, acessado em Março de 2016.

- Polêmica: “debate entre cientistas que representem pontos de vista divergentes sobre temas polêmicos. Os textos devem conter abertura (resumo) e título.”;
- Crítica: “resenha crítica de filmes e/ou peças de teatro sobre ciência ou ficção científica da atualidade. O objetivo é oferecer ao leitor uma análise sobre os conteúdos científicos apresentados no filme/peça em questão, indicando falhas ou deturpações (se houver). Os textos devem conter título e subtítulo.”;
- Memória: “artigos sobre aspectos poucos difundidos da história da ciência. Os textos devem ser pouco técnicos, destacando o contexto da época da descoberta e também os personagens envolvidos. São apresentados fatos relevantes que estão completando número redondo de anos (50 anos, 100 anos, 500 anos etc.) no ano corrente à data da publicação. Os textos devem conter abertura (resumo), linha fina (subtítulo em que se especifica há quantos anos ocorreu o evento tratado no artigo), título e ilustrações. Os textos em geral são encomendados pela redação.”;
- Resenha: “apresentação crítica de um livro de interesse científico. Não deve descrever a obra por capítulos, mas apontar sua relevância dentro do contexto nacional. Os textos devem conter os dados do livro analisado (título, autor, cidade da publicação, editora, número de páginas e preço), e título. As resenhas em geral são encomendadas pela redação.”;
- Ensaio: possui “reflexões sobre temas de interesse científico que não se encaixam, por seu caráter opinativo ou literário, como artigo. Entram também nesta seção artigos de cunho histórico que não se enquadram na seção Memória por não tratarem de eventos comemorativos com datas redondas. Os textos devem conter retranca (área do conhecimento), linha fina (subtítulo explicativo) e título.”;
- Colunas: “A propósito, Exatamente, Cidade inteira, Linha do tempo, Qual o problema? e Sobre Humanos. São feitas por colaboradores fixos convidados pela redação e não estão abertas à contribuição espontânea.”;
- SobreCultura: “suplemento trimestral da revista dedicado à publicação de ensaios, debates, artigos de reflexão e ensaios bibliográficos sobre diversas áreas da cultura brasileira.”.

Entretanto, verificamos que nas edições da revista *Ciência Hoje online* disponíveis na *internet* de modo aberto (sem que seja necessário ser assinante), não

é possível encontrar todas as seções aqui descritas. Em geral, são disponibilizados gratuitamente o artigo de capa e algum outro artigo em destaque, a seção "*Mundo de Ciência*" e alguma outra seção dependendo da edição, por exemplo, a edição de número 333 *online* apresenta as seções "*O leitor pergunta*", "*A propósito*", "*Fora do Quadro*", "*Ensaio*" e "*Qual o problema?*", enquanto a 334 contém somente "*O leitor pergunta*", "*Crítica*" e "*Fora do Quadro*".

Neste capítulo, apresentamos um breve panorama sobre a atividade de DC, bem como colocações que refletem a sua importância para o público em geral. Além disso, também apontamos os fatores que nos incentivaram na escolha da revista *Ciência Hoje online* como objeto de estudo desta pesquisa. No próximo capítulo, apresentamos o referencial que nos auxiliou na identificação das características da NdC nos TDC, fundamentando nossa análise.

## CAPÍTULO 2

### A NATUREZA DA CIÊNCIA

“Na medida em que se trata da percepção, a única coisa com a qual um observador tem contato direto e imediato são suas experiências. Essas experiências não são dadas como únicas e imutáveis mas variam com as expectativas e conhecimento do observador.” (CHALMERS, 1993, p. 52-53)

Apresentamos neste capítulo diferentes concepções epistemológicas que dão base para as discussões sobre a NdC, verificando como as percepções em relação a ciência são influenciadas pelos diferentes contextos históricos, gerando, portanto, diferentes abordagens epistemológicas que refletem a maneira como a sociedade idealiza a ciência produzida.

#### 2.1 Epistemologia da Ciência

Antes de abordarmos as correntes epistemológicas que discutem diferentes concepções sobre a NdC, é importante esclarecermos o que é essa epistemologia e o que a diferencia, por exemplo, da história e da filosofia da ciência, para que elas não se confundam no decorrer deste trabalho, uma vez que esses campos se entrecruzam (NOUVEL, 2013; BELTRAN *et al.*, 2014).

Com o objetivo esclarecer sobre a elaboração das teorias científicas e de sua interferência na constituição e desenvolvimento de diferentes saberes, a epistemologia é atravessada por problemáticas bem diversas e estabelece múltiplas relações temáticas com a ciência e sua história. Dentre essas diversas problemáticas, talvez a mais comum seja aquela voltada para a natureza do conhecimento científico (SAITO; BROMBERG, 2010).

Saito (2013) apresenta a epistemologia como sendo um “*estudo crítico dos princípios, das hipóteses e dos resultados das diversas ciências*” (p. 185), tendo como principal característica a reflexão sobre os processos de construção do conhecimento

científico, argumentando as diferentes concepções de ciências e “*outras posições de natureza ética, estética, filosófica, religiosa, política, ideológica etc*” (p. 185). Como a própria etimologia da palavra nos coloca, a epistemologia se trata do estudo do conhecimento, o que, segundo Nouvel (2013), a diferencia da filosofia da ciência, pois acaba por se aproximar mais do que ele chama de filosofia do conhecimento.

Segundo o autor, a filosofia do conhecimento – ou para nós a epistemologia – se debruça no estudo das origens e dos processos de construção da ciência, tendo como objeto de investigação a maneira pela qual o conhecimento é adquirido, aderido ou rejeitado. Ele coloca ainda que as discussões desse estudo buscam “*extrair regras bastante gerais e que se aplicam, para além das disciplinas particulares, à compreensão da atividade científica*” (NOUVEL, 2013, p. 20). Enquanto isso, a filosofia da ciência não discute o conhecimento científico de uma forma geral, mais sim de domínios específicos do conhecimento, como por exemplo, reflexões sobre o que é a química, ou mais precisamente, um campo específico em determinado limite de tempo – como as reflexões sobre o modelo atômico de Dalton. Levando em consideração a classificação de Nouvel (2013), essa “*forma de considerar a filosofia das ciências aparece assim, imediatamente, vinculada às bases da produção efetiva do cientista*” (p. 21), o que a difere da filosofia do conhecimento.

Trataremos então por epistemologia da ciência o estudo do conhecimento científico e do seu processo de construção, sendo um campo que se entrecruza com os estudos da História da Ciência (BELTRAN *et al.*, 2014), pois, procura compreender a maneira como a ciência é construída e desenvolvida nos diferentes períodos marcados pelo tempo. Por isso, é necessário compreender as teorias epistemológicas considerando a sua historicidade, a época na qual foram elaboradas, pois isso reflete a própria maneira como a ciência era vista pela sociedade (SAITO, 2013), influenciando o modo como essas teorias discutem e buscam descrever o conhecimento científico. Sendo, então, fundamental considerar as diferentes correntes epistemológicas como resultado da forma como a ciência pensava o mundo em uma determinada época (SAITO, 2013; BELTRAN *et al.*, 2014).

Não podemos então dizer que existe apenas uma concepção em relação à NdC, mas diferentes modos de compreendê-la de acordo com a época em que o próprio conhecimento científico era desenvolvido. Por isso, apresentamos a seguir as principais correntes epistemológicas que discutem as diversas ideias sobre a natureza do conhecimento científico, do fazer ciência.

Ressaltamos que, apesar da existência de outros epistemólogos que trazem considerações relevantes sobre a NdC, a escolha destes se deu por apresentarem as consideradas principais correntes epistemológicas na área das ciências naturais (HODSON, 1982; GIANELLA, 1986; CUPANI, 1989; BORGES, 1991; CHALMERS, 1993; BORGES, 1996; MASSONI, 2005; WENNING, 2009; SAITO, 2013): o método empírico-indutivista, por ser um potencial obstáculo para o ensino de ciências ao proporcionar uma visão tradicional e, muitas vezes, equivocada da NdC; e as ideias dos principais epistemólogos que marcaram as discussões sobre a produção do conhecimento científico, como Karl Popper, Gaston Bachelard, Thomas Kuhn, Lakatos e Paul K. Feyerabend.

### 2.2.1 Correntes Epistemológicas

A Filosofia Natural da Antiguidade, que tinha como finalidade compreender o ser humano e o mundo, é uma das formas de ciência que conhecemos hoje, assim como a Alquimia e a ciência moderna (ALFONSO-GOLDFARB, 2004). Alguns dos filósofos da época, como Platão e Aristóteles, são de extrema importância para o estudo epistemológico, pois suas ideias influenciaram e ainda influenciam muitas correntes que estudam o processo de construção do conhecimento.

Para Platão, o conhecimento verdadeiro se encontra no *mundo das ideias*<sup>1</sup>, em que o entendimento sobre aquilo que é real só passa a fazer sentido quando ele se estrutura no pensamento. Deste modo, o ser humano deve se despir de suas pré-concepções, dos pontos de vistas distorcidos pela opinião e todas as sensações que atrapalham o pensamento.

“[...] a forma, acessível aos sentidos, apenas nos mostra **como** as coisas são, mas não **o que** elas são. Os sentidos são apenas a fonte de opiniões e crenças sobre as aparências do real. O que nos fornece o que as coisas são, o seu verdadeiro conhecimento, a ciência, é a inteligência, o **entendimento**, que é o conhecimento racional intuitivo, desenvolvido através da dialética – intuição dos princípios universais, análise e síntese –, concebido por Platão como um método científico racional.” (KÖCHE, 2011, p. 45-46, destaque do autor)

Essa valorização da intuição racional de apropriação do real através da dedução na perspectiva platônica é contraposta por Aristóteles, que defende que o conhecimento é um resultado da experimentação direta com o meio. Para ele, os fatos são captados pelos sentidos que agrupa observações que serão posteriormente

---

<sup>1</sup> Para saber mais: Strathern, 1997, p.17-20.



generalizadas em um processo de indução, que apresentam como resultado um espelho do mundo real (KÖCHE, 2011, p. 46).

“[...] é o primeiro a suprimir o mundo platônico das ideias. Para ele, a ciência é produto de uma elaboração do entendimento em íntima colaboração com a experiência sensível. É resultado de uma abstração indutiva das sensações provenientes dos sentidos e da iluminação do entendimento agente que abstrai as particularidades individualizadas dessas sensações e constrói a ideia universal que representa a essência da realidade.”

Além das perspectivas epistemológicas racionalistas, com base nas concepções platônicas, e empiristas, com base nas concepções aristotélicas, existe uma terceira, conhecida como construtivista (BORGES, 1996; CHAÚÍ, 2000), em que o conhecimento é construído através das interações entre o sujeito pensante e as observações. Neste caso, a ciência pode ser compreendida como um empreendimento em construção e sujeito a mudanças. É a partir destas três perspectivas em relação ao conhecimento científico que apresentamos algumas das concepções mais difundidas sobre a Natureza da Ciência.

### **a) O Método Empírico-Indutivista**

Durante o Renascimento no século XVII, a ciência passa por um processo de “*revolução*” (KÖCHE, 2011, p. 49), em que a experimentação é fortemente introduzida como parte fundamental do processo de construção e busca da verdade sobre a natureza. Essa época é marcada por uma concepção tradicional da NdC caracterizada fortemente pelo método empírico-indutivista (BORGES, 1996), ao defender que o conhecimento tem origem na observação e, posteriormente, os fatos particulares são generalizados em teorias.

Francis Bacon foi um dos críticos da filosofia Aristotélica, dominante na Europa até a revolução científica, e um defensor da concepção empírica neutra. Sua principal crítica foi em relação ao modo como a natureza era observada (BORGES, 1996), carregada de sentimentos e pré-conceitos, que acabavam por realizar generalizações indevidas: “*a experiência vulgar, segundo ele [Bacon], conduzia a enganos*” (KÖCHE, 2011, p. 49).

Era necessária uma observação sistemática dos fenômenos que, segundo Borges (1996), consistia em coletar o maior número de dados, registrá-los e organizá-los, a fim de buscar as regularidades do fenômeno investigado. É a partir de um grande número de observações não conflitantes que as “*afirmações singulares*” (p. 26) se tornam “*afirmações universais*” (p. 27), ou seja, os fatos particulares

observáveis se generalizam em leis e teorias (CHALMERS, 1993). Deste modo, podemos dizer que o método experimental empírico-indutivista, enfatizado por Bacon, seria capaz de “*proporcionar uma verdadeira demonstração sobre o que é verdadeiro ou falso*” (KÖCHE, 2011, p. 50) através da observação e indução.

A concepção de construção do conhecimento científico proposta por Bacon foi predominante até o século XX (BORGES, 1996), apesar das críticas a ela imposta. Chalmers (1993) explica essa atração como sendo fruto de uma confiabilidade na objetividade do método empírico-indutivista e de sua lógica, que ainda hoje se mantém popularmente devido à segurança que ele proporciona.

Entretanto, se refletirmos sobre o modo como a lógica indutiva funciona, nos deparamos com um problema: se um fenômeno A se repete regularmente inúmeras vezes, não há garantias de que, no futuro, isso irá se repetir. Hodson (1982) aponta que a descrição indutivista do processo científico é deficiente em dois aspectos: o de que não há observação imparcial, pois sofre a influência do cientista; e de que um argumento indutivo não é logicamente válido.

David Hume foi um dos críticos do método indutivo ainda no século XVII, apontando a impossibilidade da indução, que acabou conhecida como “*problema de Hume*” (BORGES, 1996). Apesar de sua crítica, o pensamento indutivo permaneceu predominante e as bases do empirismo foram se fortalecendo, mantendo a concepção de que a experiência é o único meio pelo qual se pode conhecer a lógica da natureza (BORGES, 1996).

Ainda mantendo uma concepção tradicional em relação à natureza do conhecimento científico, temos no século XX o surgimento da escola positivista (BORGES, 1996; NOUVEL, 2013). Ao defender que não há possibilidade de se conhecer as razões e causas do fenômeno, o positivismo afirma que cabe à ciência estabelecer as leis que o rege.

Auguste Comte, ao caracterizar pela primeira vez o positivismo, unifica as ciências da natureza e as ciências humanas (BORGES, 1996; NOUVEL, 2013). Defende a ideia de que o conhecimento científico é a única forma válida de conhecimento, pois é comprovada através de procedimentos definidos – O método científico. Esses procedimentos são confiáveis e precisos, devido à sua linguagem clara e à sua lógica matemática, pois é capaz de combinar raciocínio e experiência. Além disso, a ciência busca na acumulação dos conceitos o progresso, não considerando, portanto, os conhecimentos dogmáticos – crença, superstição ou

qualquer outro que não possa ser comprovado cientificamente e que não contribua significativamente para um avanço (CUPANI, 1989; BELTRAN *et al.*, 2014).

Borges (1996) apresenta que o positivismo defende uma forma extrema do empirismo, que se preocupa com as bases lógicas do conhecimento. Ressaltamos que nesse contexto, não havia uma preocupação com o modo como o conhecimento era produzido, mas sim com a análise lógica deste conhecimento (NOUVEL, 2013). Assim, era necessário retirar o contexto histórico da produção científica e verificar o conhecimento produzido através de *“uma linguagem precisa e consistente, capaz de superar os problemas da linguagem cotidiana”* (BORGES, 1996, p. 24), reduzindo o papel da epistemologia à análise da linguagem.

“A análise epistemológica, desse modo, estava focalizada nos enunciados e nos conceitos científicos reforçando a ideia de que: 1) os conceitos usados na ciência, excetuando-se os da lógica formal e da matemática, deveriam ser sempre empíricos e; 2) todas as proposições cientificamente admissíveis deveriam ser justificáveis de modo puramente lógico ou confirmáveis por meio da experiência.” (BELTRAN *et al.*, 2014, p. 54)

Há, portanto, no positivismo uma concepção de ciência que perdura até os dias de hoje: a de uma ciência que produz o seu conhecimento através de observações neutras do fenômeno, formulação de hipóteses, experimentação, repetição dos experimentos pelos pares (verificação) e estabelecimento de leis e teorias. Entretanto, essa concepção da natureza do conhecimento científico está desvinculada com o próprio processo histórico da construção da ciência, ao considerar apenas os seus resultados, descaracterizando e idealizando o conhecimento científico. (BORGES, 1996; BELTRAN *et al.*, 2014).

## **b) O Novo Espírito Científico**

Foi neste contexto que Bachelard (1996) renova as discussões sobre a NdC, confrontando as ideias positivistas e afirmando ser necessário um olhar atento à história da ciência como instrumento de análise epistemológica, e não somente a lógica e a linguagem.

Nascido em Bar-sur-Aube em 1884 (PESSANHA, 1978), se torna professor de Física e Química após a primeira Guerra Mundial. Inicia seus estudos em Filosofia e em 1930 passa a lecionar na Universidade de Dijon. Mais tarde, em 1940, se torna professor na Universidade de Sorbonne, em Paris. Vivendo em uma época em que a Ciência passava por período de amadurecimento, principalmente no que concernem

as discussões da física relativista no século XX, Bachelard apresenta em suas obras a mesma ruptura que a teoria da relatividade causa na ciência da época.

Em 1934, o autor questiona em *O Novo Espírito Científico* (BACHELARD, 1978a) a pertinência de se seguir um método realista ou racionalista absoluto na compreensão do fenômeno científico. Assim, ele sintetiza sua epistemologia não-cartesiana – que afirma que um fenômeno deve ser compreendido a partir da sua complexidade – em um diálogo com os acontecimentos científicos do século XX, como a teoria da relatividade geral e a física quântica.

A superação do empirismo na ciência para Bachelard se dá através do racionalismo. O novo cientista, portanto, não deve se satisfazer com as aproximações empíricas e deterministas sobre os fenômenos, que limitam o processo de produção do conhecimento. É necessário que ele se aproxime de seu objeto, não mais por métodos baseados nos sentidos, na experiência comum, mas sim através da racionalização teórica.

“Entre o conhecimento comum e o conhecimento científico a ruptura nos parece tão nítida que estes dois tipos de conhecimento não poderiam ter a mesma filosofia. O empirismo é a filosofia que convém ao conhecimento comum. O empirismo encontra aí sua raiz, suas provas, seu desenvolvimento. Ao contrário, o conhecimento científico é solidário com o racionalismo e, quer se queira ou não, o racionalismo está ligado à ciência, o racionalismo reclama fins científicos. Pela atividade científica, o racionalismo conhece uma atividade dialética que prescreve uma extensão constante dos métodos.” (BACHELARD, 1972, p. 09)

O racionalismo enfatizado por Bachelard tem constante preocupação com o diálogo entre a experiência e a teoria, pois afirma que a complexidade dos fenômenos não contempla métodos absolutos, seja o realismo ou o racionalismo (BACHELARD, 1978a). O que significa que o novo espírito científico dialoga com o objeto de estudo a fim de determiná-lo – a teoria, a matematização e a experiência são aplicadas em conjunto no racionalismo dialético.

Outro ponto importante de sua epistemologia, e que o difere de seus antecessores e contemporâneos, é o seu olhar para o desenvolvimento das teorias científicas, identificando e analisando algumas fases na qual o conhecimento se constitui – ou melhor dizendo, que o pensamento científico se transforma. Assim, ele apresenta o conhecimento como algo mutável, que pode ser construído e reconstruído pelo espírito científico. Nessa perspectiva descontinuísta ele rompe com a visão linear que se tinha da ciência. Porém, a ideia do progresso científico ainda permanece nos moldes da sua epistemologia. Segundo Beltran *et al.* (2014) isso ocorre, pois no

período vivido por Bachelard “*a ciência era a mais alta expressão do conhecimento*” (p. 60), deste modo o novo espírito científico deveria romper com os conhecimentos anteriores para avançar rumo ao progresso.

Bachelard busca na história das ciências subsídios para a compreensão do passado, para só então compreender o presente. Porém, ele aborda essa história de uma maneira anacrônica, revendo o passado das ciências com os conhecimentos então desenvolvidos em sua época o que, segundo Borges (1996), não apresenta uma reconstrução racional da história, acabando por selecionar e organizar acontecimentos para reforçar uma determinada interpretação.

“Ora, o espírito científico é essencialmente uma retificação do saber, um alargamento dos quadros do conhecimento. Ele julga seu passado histórico, condenando-o. Sua estrutura é a consciência de suas faltas históricas. Cientificamente, pensa-se o verdadeiro como retificação histórica dum longo erro, pensa-se a experiência como retificação da ilusão comum e primeira. Toda a vida intelectual da ciência atua dialeticamente sobre esta diferencial do conhecimento, na fronteira do desconhecido. A essência mesma da reflexão é compreender que não se havia compreendido.” (BACHELARD, 1978a, p. 172)

Essa visão da história da ciência o faz rotular o pensamento científico em três estados (BACHELARD, 1996, p. 09): “*o estado pré-científico*”, da antiguidade até o final do século XVIII; “*o estado científico*”, do final do século XVIII até o século XX; e o “*novo espírito científico*”, que se inicia no ano de 1905 com a relatividade de Einstein. Esses estágios são diretamente relacionados com o processo pelo qual o espírito humano percorre, ou seja, é o pensamento que amadurece, se livrando dos obstáculos, conduzindo-se ao conhecimento verdadeiro (BELTRAN *et al.*, 2014).

É em *A Formação do Espírito Científico* (BACHELARD, 1996), publicado em 1937, que Bachelard analisa aquilo que chama de obstáculo epistemológico. Segundo o autor, esses obstáculos são ideias, opiniões, pré-concepções, hábitos intelectuais, teorias dogmáticas, entre tantas outras formas de bloqueios que impedem novas ideias – impedem o progresso. Por isso esses obstáculos precisam ser superados, para que a ideia científica se desenvolva.

“é no próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos. É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas da inércia às quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos. [...] O real nunca é ‘o que se poderia achar’, mas é sempre o que se deveria ter pensado. [...] o ato de conhecer dá-se *contra* um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos, superando o que, no próprio espírito, é obstáculo à espiritualização.” (BACHELARD, 1996, p. 17, grifo do autor).

Assim, a superação dos obstáculos epistemológicos por parte do cientista é fundamental para o sucesso da pesquisa científica e, conseqüentemente, para o progresso do conhecimento. É necessário que o cientista se liberte das amarras da realidade empírica, do senso comum, e proponha “*abstrações mais audaciosas*” (BACHELARD, 1996, p. 09).

### c) Falsificacionismo

“Ora, a meu ver, não existe a chamada indução. Nestes termos, inferências que levam a teorias, partindo-se de enunciados singulares ‘verificados por experiência’ (não importa o que isso possa significar) são logicamente inadmissíveis.” (POPPER, 1975, p. 41)

Uma das principais críticas ao indutivismo foi a introduzida por Karl Popper, ao defender que teorias universais não podem partir de enunciados singulares. Em sua obra, *a Lógica da Pesquisa Científica* (POPPER, 1975), o autor apresenta um novo modelo de interpretação da construção do conhecimento científico. Baseado em uma explicação lógica, e não histórica, Popper afirma que a pesquisa científica se inicia a partir de problemas a serem solucionados. As novas teorias, portanto, substituem as anteriores retificando seus erros. Essa substituição de teorias obsoletas por outras mais verossímeis tinha como principal objetivo “*aproximar-se da verdade de modo progressivo*” (BELTRAN *et al.*, 2014).

“[...] deve ser tomado como critério de demarcação, não a *verificabilidade*, mas a *falseabilidade* de um *sistema*. Em outras palavras, não exigirei que um sistema científico seja suscetível de ser dado como válido, de uma vez por todas, em sentido positivo; exigirei, porém, que sua forma lógica seja tal que se torne possível validá-lo através de recurso a provas empíricas, em sentido negativo: *deve ser possível refutar, pela experiência, um sistema científico empírico.*” (POPPER, 1975, p. 42)

Ao afirmar que as generalizações empíricas não são verificáveis, como no método positivista, Popper admite que elas possam ser falseáveis (CHALMERS, 1993; BORGES, 1996). É através de um sistema de conjecturas audaciosas, verificações e refutações, que ele propõe a falsificabilidade como critério para a seleção de teorias. Nouvel (2013, p.193-195), apresenta as três principais implicações que as ideias de Popper causam ao descrever a Natureza da Ciência, sendo essas: o seu caráter refutável, a delimitação entre ciência e não ciência, e o não positivismo na sua descrição.

Popper causa uma reviravolta na concepção, até então disseminada pelos positivistas, de ciência como conhecimento verdadeira e inquestionável, caracterizando-a por seu caráter refutável. Deste modo, só se pode considerar como

sendo legítimo conhecimento científico as hipóteses susceptíveis à refutação, por exemplo: a afirmação “amanhã irá chover”, é refutável, portanto, científica; já a afirmação “amanhã pode chover”, não permite questionamentos e refutações, por isso não pode ser considerada científica. Com isso, as ideias de Popper, além de proporem um novo método empírico-dedutivo, também demarcam os limites entre ciência empírica ou metafísica, das não científicas.

Borges (1996) e Nouvel (2013) chamam atenção para o não positivismo das ideias de Popper principalmente por este considerar que as teorias metafísicas podem ser significativas, mesmo não tendo evidências empíricas. Por outro lado, Chalmers (1993) e Borges (1996) criticam o fato de Popper utilizar o mesmo método das ciências empíricas para validar ou não o conhecimento produzido pelas ciências sociais.

De modo geral, a epistemologia de Popper propõe um novo método para a compreensão da ciência, o método empírico-dedutivo, em que, a partir de um problema que precisa ser solucionado, formulam-se hipóteses (conjecturas audaciosas). Ao submetê-las a testes criteriosos, lógicos e empíricos, pode-se ou não falsificar esta hipótese. Caso ela não sobreviva ao teste, novas conjecturas serão formuladas. Mas, caso a hipótese seja bem-sucedida, permanecerá em vigor, sendo constantemente submetida a novos testes até que, eventualmente, outra a suceda. Assim, temos a substituição da indução na investigação científica pelo método dedutivo da prova, da experimentação (BELTRAN *et al.*, 2014).

Partindo do pressuposto que a ciência é falível, não se pode então afirmar que uma teoria é verdadeira, mas sim que uma nova teoria suplanta sua predecessora, pois se aproxima mais da verdade. A noção de progresso na ciência ainda permanece forte na epistemologia Popperiana, pois em um processo contínuo de afirmações e refutações o conhecimento científico progrediria.

Por mais lógico que seja o pensamento de Popper, ao colocar que as afirmações universais não podem ser confirmadas através de observações específicas, mas sim refutadas por afirmações específicas, ele não está livre de falhas. As teorias são confirmadas ou refutadas com base na observação e experimentação, as quais são dependentes das próprias teorias, que podem ser falhas. Uma vez que a teoria é refutada

“somente quando a afirmação básica que a contradiz é aceita como verdadeira, as teorias não podem ser conclusivamente falsificadas porque as afirmações observadas – que formam a base para a falsificação – são, elas próprias, suspeitas. Pode muito bem ser como Feyerabend destaca, isto é,

que a introdução de uma nova teoria é necessária antes que observações falsificadoras sejam feitas. Desde que pensemos nos limites de um arcabouço conceitual particular, podemos não estar capacitados a levantar a evidência que poderia contrariar a teoria. É necessária uma perspectiva alternativa para destacar as deficiências do sistema teórico existente.” (HODSON, 1982, p. 4).

Além disso, assim como o Indutivismo, o método da refutação proposto por Popper não é confirmado quando olhamos para a história da ciência (HODSON, 1982). Chalmers (1993) traz uma série de exemplos que confirmam essa afirmação, assim como Beltran *et al.* (2014, p. 67) que cita que *“a teoria aristotélica não parece ter sido suplantada pela teoria de Galileu, nem esta pela newtoniana”*. Isso porque as teorias surgem em contextos históricos diferentes, possuindo fundamentos básicos distintos. É neste contexto que Thomas Kuhn se apoia para formular uma nova epistemologia sobre a natureza do conhecimento científico, como veremos em seguida.

#### **d) Teorias como Estruturas: os programas de pesquisa**

“[...] os relatos indutivista e falsificacionista da ciência são por demais fragmentários. Ao se concentrarem nas relações entre as teorias e nas proposições de observações individuais ou de conjuntos, eles deixam de levar em conta as complexidades das principais teorias científicas. Nem a ênfase indutivista ingênua na derivação indutiva das teorias da observação, nem o esquema falsificacionista de conjecturas e falsificações são capazes de produzir uma caracterização adequada da gênese e crescimento de teorias realisticamente complexas. Quadros mais adequados envolvem a apresentação de teorias como espécies de todos estruturados.” (CHALMERS, 1993, p. 110)

Chalmers (1993) cita três motivos pelos quais ele acredita que as teorias devam ser consideradas estruturas que sustentam e organizam o pensamento científico: o primeiro é evidenciado pelo próprio estudo histórico, ao verificar essa estruturação no processo de desenvolvimento da ciência; o segundo é o argumento filosófico, ao discutir que é através de uma teoria coerentemente estruturada que os conceitos passam a adquirir sentido; por fim, o terceiro motivo está na visão de progresso da ciência, pois ela só avançará de forma eficiente caso suas teorias apresentem bases sólidas, estruturas bem definidas que indiquem a maneira como a ciência deve se desenvolver.

Dois epistemólogos analisam as teorias e as descrevem como uma estrutura organizada. Um deles é Imre Lakatos que, na tentativa de *“melhorar”* (CHALMERS, 1993, p. 114) a epistemologia de Popper e superar as críticas a ela realizada, propõem



que o conhecimento científico se dá através da competição e mudança de teorias, sejam elas progressivas ou regressivas (KNELLER, 1980; SILVEIRA, 1996).

Em sua “*Metodologia dos Programas de Pesquisa*” (LAKATOS, 1979, p. 161), Lakatos diz que as teorias são constituídas de um *núcleo firme*, hipóteses e teorias irrefutáveis, que sustenta o programa através da sua *heurística negativa* – todas as afirmações do núcleo não podem ser rejeitadas ou modificadas, é ela que o mantém intacto. O núcleo também é protegido por um *cinturão protetor*, que abrange a *heurística positiva* – um conjunto de hipóteses auxiliares que permite a modificação do cinturão protetor a fim de sofisticá-lo, que abrange novas considerações ao núcleo sem a necessidade de alterá-lo.

Chalmers (1993) aponta dois pontos principais os quais temos que considerar na epistemologia de Lakatos. O primeiro, relativo ao trabalho dentro de um programa de pesquisa, envolvendo a expansão e modificação do cinturão protetor, a fim de melhorar as hipóteses existentes ou eliminar as consideradas “*não-científicas*” (p. 119). O segundo, relativo à comparação de programas de pesquisas rivais, que competem entre si a fim de que um destes se torne oficial. Deste modo, os programas de pesquisa podem ser considerados progressivos, quando preveem fatos novos e alguma destas previsões são comprovadas; ele é regressivo ou degenerativo quando não prevê fatos novos, ou, os prevendo, não são confirmados.

Segundo Lakatos (1979), o progresso do conhecimento depende da existência de programas concorrentes, assim seu abandono só acontecerá quando existir uma alternativa melhor (outro programa). Assim, é necessário o embate entre dois programas de pesquisa, sendo que a superação de um não acontece instantaneamente, constituindo-se em um longo processo. Porém, Kneller (1980), nos atenta para o fato de que Lakatos não deixa claro em sua obra como os programas são suplantados por outros:

“Ao tratar os programas de pesquisa como competidores, não explicou de que modo uma importante tradição de pesquisa, como a tradição newtoniana em mecânica, pode guiar uma disciplina ou um campo durante décadas sem encontrar uma série rival. Tampouco ofereceu uma explicação das revoluções. Para ele, um programa de pesquisa simplesmente supera um outro, após uma luta mais ou menos demorada.” (KNELLER, 1980, p. 76)

Podemos, então, destacar alguns pontos importantes da epistemologia racionalista-crítica de Lakatos (SILVEIRA, 1996): a observação e a experimentação não produzem conhecimentos por si só, pois estão impregnadas de pressupostos e

teorias; não há observação neutra, o conhecimento prévio influencia nossa visão; a escolha entre programas de pesquisas rivais é influenciada pelas escolhas do cientista, mostrando que o conhecimento científico é uma construção humana e está sujeito a diversos tipos de influência. Porém, sua epistemologia carrega ainda a visão de uma ciência sem falhas, com a suplementação de um programa por outro, que abarque um volume maior de conceitos mais corretos – o conhecimento científico busca constantemente o progresso.

### **e) Teorias como Estruturas: a ciência normal**

Outro epistemólogo que também apresenta as teorias como estruturas complexas é Thomas Kuhn. Através de uma análise da história da ciência o autor defende a ideia de que a ciência se constrói com base em momentos de revolução. Na obra *A Estrutura das Revoluções Científicas* (KUHN, 2013), o autor explica essa estrutura, apresentando uma ciência ora dogmática ora revolucionária (KUHN, 2012).

Na estrutura proposta por Kuhn (2013) a *ciência normal* se desenvolve a partir de uma matriz disciplinar (o *paradigma*) compartilhada pelos cientistas, que se dedicam a solucionar *quebra-cabeças*. Neste processo surgem algumas *anomalias* que, ao se acumularem, conduzem a uma *crise* – período de *revoluções científicas*. A fim de resolver essa crise novos paradigmas são propostos até que um novo paradigma suplanta o anterior, sustentando um novo período de ciência normal.

A noção de paradigma estabelecida por Kuhn é fundamental para sua estrutura, pois é ela que irá orientar todo o pensamento científico de determinado período. Não queremos limitar ou até mesmo criar uma definição para esse termo, porém – tomando como pressuposto que ele é um conjunto partilhado por um grupo fornecendo uma base para que possam resolver problemas, por um determinado período – podemos então dizer que o paradigma é um conjunto de ideias, crenças, teorias, modelos, instrumentos, linguagens, que são partilhados por esse grupo (a comunidade científica).

Esse período denominado ciência normal é comparado à atividade de solucionar quebra-cabeças. Para solucioná-lo existe um conjunto de ideias partilhadas que guiam o jogador a uma solução previsível, cabe a ele concentrar toda a sua atenção para montá-lo. Assim, amparado pelo paradigma, cabe ao cientista empenhar todo seu potencial para o desenvolvimento das teorias científicas, se aprofundando em um processo complexo de ampliação do conhecimento *“articulando ainda mais o*

*próprio paradigma*” (KUHN, 2013, p. 88). A ciência, no período definido como normal, apresenta um caráter acumulativo, em que o cientista busca aumentar e aprofundar seu conhecimento gradativamente (BELTRAN *et al.*, 2014).

“A ciência normal, atividade que consiste em solucionar quebra-cabeças, é um empreendimento altamente cumulativo, extremamente bem-sucedido no que toca ao seu objetivo: a ampliação contínua do alcance da precisão do conhecimento científico. [...] A ciência normal não se propõe descobrir novidades no terreno dos fatos ou da teoria; quando é bem-sucedida, não os encontra. [...] A descoberta começa com a consciência da anomalia, isto é, com o reconhecimento de que, de alguma maneira, a natureza violou as expectativas paradigmáticas que governam a ciência normal.” (KUHN, 2013, p. 127-128)

*“Kuhn descontentou alguns filósofos, e também alguns cientistas, ao afirmar que a motivação desses últimos não é a busca da verdade, mas sim solucionar puzzles”* (MENDONÇA, 2012, p. 539), pois, dessa forma, quanto mais preciso e articulado o paradigma se torna mais sensível à detecção de problemas ele estará e, caso os cientistas não deem conta desses problemas, o fracasso será atribuído a eles mesmos devido à confiança que se tem em no paradigma (MENDONÇA, 2012).

Porém, o acúmulo desses problemas, ou anomalias, faz com que o cientista perca a confiança no paradigma vigente, que entra em crise. Essa crise pode gerar um período de ciência extraordinária que, diferentemente da ciência normal, é quando o cientista passa a testar vigorosamente o paradigma, buscando compreender *“com exatidão até que ponto elas [teorias] podem ser empregadas”* (KUHN, 2013, p. 171). Assim, Kuhn (2013) afirma que uma crise pode terminar de três maneiras: as anomalias podem ser resolvidas pela própria ciência normal; as anomalias resistem às novas abordagens propostas e se acumulam até que sejam investigadas e resolvidas dentro do próprio paradigma; a crise gerada com o acúmulo de anomalias termina com a emergência de um novo paradigma.

A instabilidade gerada por uma crise causa verdadeiras revoluções, do ponto de vista de Kuhn. Vários outros paradigmas surgem para concorrer com o anterior. Nesse período, a comunidade científica se divide na escolha entre paradigmas concorrentes. Para explicar como se dá a escolha entre teorias, Kuhn elencou cinco critérios epistêmicos que, segundo Mendonça (2012), haviam sido ressaltados pela filosofia da ciência tradicional como os mais importantes para a formulação de boas teorias científicas, sendo eles: exatidão, consistência, alcance, simplicidade e fecundidade, que atuam como valores e não regras a serem seguidas, pois:

“Quando os cientistas têm que escolher entre teorias rivais, dois homens comprometidos completamente com a mesma lista de critérios para escolha podem, contudo, chegar a conclusões diferentes. Talvez eles interpretem a simplicidade de maneira diferente ou tenham convicções diferentes sobre a gama de campos em que o critério de consistência se deva aplicar. Ou talvez concordem sobre esses assuntos, mas difiram sobre os pesos relativos a serem acordados a estes ou a outros critérios, quando vários deles se desenvolvem em conjunto. Com relação a divergências desse tipo, nenhum conjunto de critérios de escolha já propostos é de alguma utilidade.” (KUHN, 1977, p. 324, tradução nossa<sup>2</sup>).

Em *A Tensão Essencial* (1977), Kuhn não nega que a escolha individual do cientista entre teorias depende tanto de fatores objetivos quanto subjetivos, ou de critérios partilhados pela comunidade científica e individuais. Não entraremos em discussões sobre a racionalidade e a subjetividade dos pensamentos de Kuhn, pois este é um assunto muito controverso entre os próprios filósofos da ciência. Apenas apontamos que, apesar de admitir a existência da personalidade do indivíduo nas escolhas teóricas, isso não quer dizer que não existam critérios que sustentem a objetividade e a racionalidade na ciência.

Após o estabelecimento de um novo paradigma, o período de revolução cessa e um novo período de ciência normal se instala – Kuhn defende que uma nova concepção de mundo é adotada pelo cientista. Segundo ele, no período das revoluções, os cientistas utilizam dos mesmos instrumentos para examinar aspectos já analisados anteriormente, olhando para eles com novos olhares. E, quando instaurado um novo paradigma, os cientistas passam a “*ver o mundo definido por seus compromissos de pesquisa de uma maneira diferente*” (KUHN, 2013, p. 202), pois a percepção daquilo que era a realidade muda completamente de um paradigma para outro – as mesmas coisas são vistas de maneiras diferentes, possuem significados diferentes.

Portanto, não há uma medida comum que possa dizer o quanto um paradigma é melhor que outro. Nesse sentido, Kuhn diz que os paradigmas, suas teorias e conceitos, são incomensuráveis, pois são apoiados por critérios que se diferem uns dos outros. O que não quer dizer que os paradigmas conflitantes não possam ser equiparados. “*Na verdade, Kuhn passou a defender o que ele denominou*

---

<sup>2</sup> Tradução livre do original: “When scientists must choose between competing theories, two men fully committed to the same list of criteria for choice may nevertheless reach different conclusions. Perhaps they interpret simplicity differently or have different convictions about the range of fields within the consistency criterion must be met. Or perhaps they agree about these matters but differ about the relative weights to be accorded to these or to other criteria when several are deployed together. With respect to divergences of this sort, no set of choice criteria yet proposed is of any use.”

*'incomensurabilidade local', isto é, durante as revoluções científicas alguns termos antigos possuem correspondência direta com os novos, embora outros, não.'* (MENDONÇA, 2012, p. 547).

Deste modo, podemos inferir que não há como dizer que uma teoria foi substituída por ser melhor ou pior que outra. Assim como Bachelard, Kuhn defende a descontinuidade do conhecimento, no período das revoluções científicas. Entretanto, a ideia de progresso científico se mantém dentro da atividade científica *normal*, pois no período revolucionário, em que há a substituição de paradigmas, sua incomensurabilidade nos impede de dizer que uma teoria foi suplantada por outra melhor.

"O conhecimento científico, assim como a linguagem, é intrinsecamente a propriedade comum de um grupo ou então não é nada. Para entendê-lo, precisamos conhecer as características essenciais dos grupos que o criam e utilizam" (KUHN, 2013, p. 323).

Sintetizando a epistemologia de Kuhn, temos que a Natureza da Ciência se apresenta, de certa forma, como reflexo do trabalho do cientista, da maneira como eles se comportam para o sucesso de sua pesquisa. O conhecimento científico se caracteriza pelo consenso da comunidade científica com base no paradigma partilhado pelo grupo, buscando se desenvolver, aumentando seu grau de precisão. Entretanto, esse processo contém rupturas, quando um paradigma entra em crise e, apesar da resistência a mudanças, os cientistas buscam novas teorias e constroem um novo paradigma. Porém, as teorias obsoletas não podem ser consideradas menos científicas ou inferiores às suas antecessoras, pois são incomensuráveis.

#### **f) O Anarquismo Epistemológico**

Paul Feyerabend argumenta que para que os conhecimentos se desenvolvam, promovendo o progresso científico, é necessário que o cientista remova as amarras metodológicas. Em sua obra intitulada *Contra o Método* (FEYERABEND, 1977), defende o anarquismo epistemológico, dizendo que a ciência não deve operar com regras rígidas e absolutas, enfatizando o pluralismo metodológico. Feyerabend acredita que a ideia de um método científico é calcada em uma visão muito ingênua da ciência, argumentando que o único princípio a ser utilizado é o de que tudo vale, em que o cientista deve ser livre para escolher os procedimentos que lhe agradam (KNELLER, 1980; HODSON, 1982).

“O anarquismo epistemológico difere tanto do ceticismo quanto do anarquismo político (religioso). Enquanto o cético vê tudo como igualmente bom ou igualmente mau ou desiste completamente de formular juízos dessa espécie, o anarquista epistemológico não sente escrúpulo em defender o mais banal ou o mais afrontoso enunciado. Enquanto o anarquista político ou religioso pretende afastar certa forma de vida, o anarquista epistemológico desejará, talvez, defendê-la, pois não tem lealdade permanente para com qualquer instituição, nem permanente aversão contra ela. [...] o anarquista epistemológico ‘não apenas não tem programa [como é] contra todos os programas’ [...] Seus objetivos mantêm-se os mesmos ou se alteram na dependência do argumento, do tédio, de uma experiência de conversão, do desejo de impressionar a amante ou de outros fatores dessa ordem.” (FEYERABEND, 1977, p. 292-293)

Assim como Piaget, Feyerabend defende que o conhecimento está diretamente ligado ao desenvolvimento da percepção humana (BORGES, 1996), o contexto social. O conhecimento científico não seria uma entidade abstrata, particular ao objeto de estudo, mas conteria em si os aspectos da vida humana, da época em que está inserido. Desse modo, o desenvolvimento das leis e teorias estaria diretamente ligado à ação e ao pensamento, não sendo uma atividade neutra ou desprovida de subjetividade.

Feyerabend aponta que muitas teorias revolucionárias são irrefutáveis, apresentam falhas e muitas contêm contradições, sendo que, ao aplicar os critérios de Popper, por exemplo, grande parte da ciência que conhecemos não poderia ser considerada científica. Por isso ele defende o pluralismo metodológico, admitindo a contra-indução, rejeitando o falsificacionismo ao escolher teorias consideradas falsas (BORGES, 1996), citando como exemplo a revolução copernicana.

O epistemólogo afirma que todas as tentativas de enrijecer a ciência com regras fixas não foram realistas. Por isso, também defende ser impossível distinguir a ciência daquilo que não deveria ser considerado como tal. Ainda porque observa que o sucesso da ciência não se dá somente por seus próprios métodos, mas também por agregar conhecimento a partir de fontes não científicas, ou as chamadas “*ciências auxiliares*” (FEYERABEND, 1977, p. 89). O que acaba por valorizar outros tipos de conhecimento muitas vezes ignorados por serem classificados como não científicos.

“A ciência é uma das muitas formas de pensamento desenvolvidas pelo homem e não necessariamente a melhor. Chama a atenção, é ruidosa e impudente, mas só inerentemente superior aos olhos daqueles que já se hajam decidido favoravelmente a certa ideologia ou que já a tenham aceito, sem sequer examinar suas conveniências e limitações.” (FEYERABEND, 1977, p. 447)

Ao negar a ciência como empreendimento racional, Feyerabend acredita que um método limita a liberdade e a criatividade do cientista. Ao reafirmar de forma ainda

mais radical o princípio da incomensurabilidade, defende que teorias rivais não podem ser medidas, principalmente quando tratam de diferentes problemas (CHALMERS, 1993). Assim, qualquer forma de conhecimento, considerado científico ou não, é válido.

### **g) Externalismo**

Ao buscar compreender a Natureza da Ciência, Bachelard e Kuhn consideravam a história da ciência em sua análise epistemológica. Entretanto, a maneira como esse processo é descrito apresenta, segundo Beltran *et al.* (2014), uma visão do que é fazer ciência em determinada época, generalizando essa visão para determinar o que é o conhecimento científico e como ele se desenvolve. Como a própria epistemologia é histórica não podemos descartar o contexto no qual ela foi desenvolvida. Portanto, concordamos com os autores quando eles defendem ser necessária a contextualização do conhecimento científico, buscando olhar para o modo de produção da ciência do passado livre dos conceitos que temos hoje.

“Para compreendermos o que é fazer ciência no passado é necessário, portanto, aceder ao que é conhecimento válido naquele contexto. Isso, entretanto, não significa que a epistemologia evoluiu ou se aprimorou ao longo dos tempos, mas que as bases do que é conhecimento válido devem ser consideradas no contexto em que o conhecimento foi gestado.” (BETTRAN *et al.*, 2014, p. 75)

Deste modo, Borges (1996) acredita ser importante considerar não apenas a abordagem epistemológica internalista, que analisam a lógica interna das descobertas e dos grandes feitos dos cientistas. Mas também a abordagem externalista, caracterizada por questões externas à comunidade científica, como fatores históricos, políticos econômicos e sociais, por exemplo. Essa abordagem busca compreender o fazer ciência de um novo ponto de vista, mostrando que nem mesmo o cientista é imune ao contexto social ao qual ele está inserido (BORGES, 1996).

Alfonso-Goldfarb *et al.* (2004), apontam que a abordagem externalista começa a ser estabelecida entre as décadas de 1930 e 1940. A partir desta perspectiva os cientistas passam a ser vistos não apenas como seres brilhantes, mas aos poucos podem ser reconhecidos como seres humanos comuns, sujeitos às situações cotidianas e pressões da sociedade, que acabam por influenciar seu trabalho (ALFONSO-GOLDFARB, 2004).

Zanetic (1989) destaca alguns trabalhos que explicitam essa tendência, como o de Robert Merton, que evidencia a influência da estrutura social sobre a temática

científica bem como a influência da ciência na sociedade, principalmente no que diz respeito a aspectos ligados à economia; e o de Boris Hessen, que também analisou aspectos sociais e econômicos como determinantes na Física.

Uma análise que só considere os fatores externos como determinantes para a produção do conhecimento científico (como aqueles estudados pela sociologia da ciência) acaba sendo muito radical (BORGES, 1996), bem como um enfoque que analise apenas os aspectos internos à ciência. Assim como Borges (1996), acreditamos que a visão internalista do fazer ciência deve ser enriquecida com os aspectos externalistas, para que os estereótipos científicos positivistas ainda disseminados na sociedade possam ser aos poucos desmistificados.

“[...] não há contradição entre internalismo e externalismo. Ambos são válidos, porém limitados quando considerados isoladamente, excluindo-se um ao outro. A aceitação ou rejeição de certos temas depende de terem ou não apoio e financiamento, mas depende, igualmente, de seus esquemas conceituais serem considerados como ‘científicos’, num determinado momento histórico.” (BORGES, 1996, p. 41)

Se pensarmos na epistemologia como uma reflexão em relação à Natureza da Ciência, se faz necessário a argumentação dos processos de elaboração do conhecimento científico, das suas hipóteses e de seus resultados, junto aos argumentos de natureza ética, histórica, religiosa, política, entre tantos outros fatores externos à comunidade científica que, direta ou indiretamente, influenciam a sua produção. Levar em consideração o contexto no qual o conhecimento foi produzido, sem apresentar uma análise anacrônica em relação a ele, enriquece a visão que temos em relação à ciência e o seu fazer pelo cientista. Acreditamos, portanto, que esse enfoque que dialoga diferentes concepções epistemológicas pode auxiliar para uma percepção mais adequada dos estudantes e da sociedade em geral em relação à Natureza da Ciência



## CAPÍTULO 3

# PERCEPÇÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA E O TRABALHO CIENTÍFICO

Apresentamos neste capítulo um levantamento de trabalhos que investigaram a maneira como professores e estudantes percebem a NdC e o trabalho científico, realizado para conhecermos quais as percepções *sobre* a ciência são apresentadas pelos sujeitos da pesquisa e se elas se aproximam de visões deformadas (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001) ou de visões mais aceitas (MCCOMAS *et al.*, 1998; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001) em relação à NdC.

Segundo Lederman (1992), a expressão *Natureza da Ciência* se refere à epistemologia da ciência, à ciência como forma de conhecimento, que apresenta um conjunto de elementos essenciais à construção do conhecimento científico. Moura (2014) destaca que esses elementos abrangem desde as questões internas da atividade científica, como discussões sobre método, experimentação, levantamento de hipóteses e formulação de teorias; até questões externas, como a influência de questões sociais, culturais, políticas e religiosas, no fazer ciência.

Ao longo de sua construção, essa expressão apresentou diferentes significados, pois acompanhava as ideias que se tinha de ciência em diferentes épocas (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000). No início do século XX, por exemplo, a ciência era dominada pela lógica empirista, em que a ideia de um método científico rígido e da sua neutralidade prevaleciam. Já nas últimas décadas do século XX, a ciência passa a ser compreendida em seu contexto histórico, social, político, trazendo para as reflexões sobre a sua natureza fatores externos que influenciam sua construção.

Devido à sua historicidade, podemos dizer que existem maneiras distintas de compreender a construção do conhecimento científico e a própria ciência. McComas *et al.* (1998) e Gil-Pérez *et al.* (2001) apresentam uma relação de algumas ideias

largamente aceitas em relação à NdC, que nos orientaram no estudo dos trabalhos que verificam as percepções de estudantes e professores. Contudo, antes de apresentarmos essas ideias, precisamos esclarecer o termo *percepção*, seja ele sobre a NdC, sobre o trabalho do cientista e sobre o próprio cientista, que adotamos neste trabalho.

### 3.1 Situando o termo Percepção nos estudos de NdC

Quando nos deparamos com trabalhos acadêmicos que investigam a maneira como o sujeito enxerga a ciência, encontramos uma infinidade de termos utilizados para expressá-la; os mais comuns dentre eles são: percepção, concepção e compreensão. Esses termos são muitas vezes utilizados como sinônimos – assim como neste trabalho – pois, de certa maneira, expressam um sentido semelhante: formar o conceito sobre algo (a NdC) através do modo como aquele sujeito enxerga suas características.

Marilena Chauí (2000) assinala características para descrever o que seria a percepção de um modo geral, as quais iremos adaptar para o caso da ciência a fim de melhor pontuar nossa linha de pensamento. Deste modo, a percepção sobre a NdC e o trabalho científico:

- é o conhecimento adquirido através dos sentidos, sendo que sentimos e percebemos formas em sua totalidade, que são dotadas de significação – aquilo que eu vejo e tenho contato em relação à ciência é percebida por mim como sendo tal.
- é o conhecimento de um sujeito corporal e de sua vivência. Assim, todas as condições em que nos encontramos são tão importantes quanto a situação e as condições da ciência percebida. Podemos neste caso citar a época em que nos encontramos (e que a própria ciência se encontra).
- é sempre uma experiência dotada de significação, isto é, a ciência é dotada de sentido e tem sentido em nossa história de vida, fazendo parte de nosso mundo e de nossas vivências.
- não é uma coleção ou uma soma de conceitos isolados, mas está organizada em formas e estruturas complexas dotadas de sentido. *“Na percepção, o mundo possui forma e sentido e ambos são inseparáveis do sujeito da*

*percepção*” (CHAUÍ, 2000, p. 154) – a ciência só é ciência, pois é realizada por cientista, assim como o cientista só tem esse papel porque faz ciência.

- a ciência percebida é qualitativa, significativa, estruturada. O sujeito que percebe dá à ciência compreendida novos sentidos e novos valores, pois ela passa a fazer parte (de algum modo) de sua vida;
- *“envolve toda nossa personalidade, nossa história pessoal, nossa afetividade, nossos desejos e paixões”* (CHAUÍ, 2000, p. 155). Nossa percepção da ciência é uma maneira de definirmos nossa relação com ela.
- envolve nossa vida social, assim, os significados e os valores dados à ciência percebida decorrem de sociedade em que estamos inseridos e do modo como nela as coisas e as pessoas recebem sentido, valor ou função. De modo que, em uma sociedade a ciência pode ser considerada um conhecimento superior, em outra a religião pode ter este lugar.
- não é uma ideia confusa ou inferior, mas uma maneira de ter ideias sensíveis ou significações perceptivas;
- a percepção da ciência e do trabalho científico está sujeita a uma forma especial de erro, a ilusão:

Como a ilusão é possível? Como podemos ver o que não é? Mas, conseqüentemente, como a verdade é possível? Como podemos ver o que é, tal como é? [...] A atitude dogmática ou natural se rompe quando somos capazes de uma atitude de estranhamento diante das coisas que nos pareciam familiares. (CHAUÍ, 2000, p. 118)

Perceber então é enxergar algo ou alguma coisa que ocorre de certo modo, através de sensações, vivências, expectativas, experiências; inatas ao sujeito ou adquiridas pelo meio ao qual ele interage com aquilo que percebe (CUNHA, 2001). Com isso, quando falamos de percepção de sujeitos sobre a NdC e o trabalho científico, estamos buscando mapear como este sujeito concebe a ciência que lhe é percebida através de todo o contato (ou falta de contato) que ele teve ou tem com esse conhecimento e com aqueles que o constrói.

Como toda percepção é carregada de uma série de fatores que influenciam nosso olhar sobre o objeto, quando indicamos ser importante que alunos e professores tenham uma visão mais adequada sobre a NdC é preciso alguns cuidados para não termos a ideia de redução da atividade científica a uma série de regras que digam o que é ciência, o “método” que a produz e, muito menos, definir como são e como se comporta o cientista. É preciso compreender e aceitar a natureza complexa

e dinâmica do trabalho científico, reconhecendo que não há uma única visão sobre a NdC, tão pouco um consenso sobre o que seria uma imagem “*correta*” da atividade científica. (EL-HANI, 2006, p. 05). Isso não significa que não existam pontos de concordância entre teorias em relação ao modo de perceber a NdC, que se aproximem de uma visão mais aceitável da prática científica, nos quais possamos nos apoiar ao discutir essa temática com professores e estudantes (EL-HANI, 2006).

### **3.2 Principais ideias sobre a NdC apresentadas nas pesquisas**

Apesar de não haver um consenso definitivo entre epistemólogos, historiadores, filósofos da ciência, cientistas e educadores sobre as principais características da NdC, seja por sua complexidade e dinamismo, seja pelas mudanças sofridas durante sua construção ou pelo próprio amadurecimento das áreas que buscam delimitá-la (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000), há algumas visões que contribuem para uma percepção estereotipada da NdC e que devem ser evitadas na educação em ciências, por contribuir na construção dessas percepções.

A fim de identificar esses estereótipos em relação à NdC e ao trabalho científico – chamados de “*visões deformadas*” (p. 125) da ciência e dos cientistas –, Gil-Pérez *et al.* (2001) investigaram quais as concepções apresentadas por docentes participantes de um *workshop* e analisaram artigos disponíveis em revistas internacionais que realizaram estudos sobre as concepções de ciência de professores e estudantes. Através desse estudo, os autores verificaram que essas imagens deformadas aparecem com a mesma frequência nos trabalhos analisados e nas ideias apresentadas pelos professores. Assim, os autores expressam um conjunto de sete ideias que devem ser evitadas em relação à NdC, baseadas nessas concepções que se afastam do que se considera aceito como sendo a construção do conhecimento científico.

Além disso, McComas *et al.* (1998) e Gil-Pérez *et al.* (2001) apresentam uma síntese de ideias largamente aceitas em relação à NdC e o trabalho científico que se aproximam de uma visão considerada mais adequada do fazer científico. Essa relação trazida nesses trabalhos pode guiar discussões sobre a ciência no ensino contribuindo para a construção de uma concepção de ciência mais “adequada” por estudantes e professores.

Com base nessas ideias, realizamos uma revisão bibliográfica na qual buscamos identificar as percepções de alunos e professores em relação a NdC e o

trabalho científico a fim de conhecê-las e verificar se elas se aproximam ou se afastam das ideias mais aceitas (ou não) sobre a ciência. Para isso, buscamos trabalhos que investigam as percepções sobre a NdC e sobre o trabalho científico em três fontes de busca:

- a) Atas do I ao IX ENPEC, realizadas no período de 1997 (primeira edição) a 2015. Evento bienal para apresentação e discussão de trabalhos na área, promovido pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, que possibilita conhecer de forma panorâmica a produção acadêmica da área de educação em ciências no Brasil. Nesta fonte, foram selecionados apenas trabalhos completos que abordavam a temática;
- b) Banco de Teses & Dissertações CAPES, em que foram selecionadas dissertações de mestrado e teses de doutorado da área de educação em ciências sobre a temática, limitadas às pesquisas defendidas entre os anos de 1997 (ano do primeiro ENPEC) e 2016;
- c) E revistas nacionais da área de ensino de ciências disponíveis no Portal de Periódicos da CAPES. O critério de seleção dos periódicos foi a sua avaliação junto ao Qualis da CAPES, um programa que corresponde ao conjunto de procedimentos utilizados pela CAPES para estratificação da qualidade da produção intelectual dos programas de pós-graduação. Foram selecionados artigos pertencentes a periódicos nacionais avaliados com conceito A1 e A2, que apresentam enfoque internacional, com ano de base 2015<sup>1</sup>. Devido ao foco desta pesquisa, optou-se por revistas que apresentam um foco editorial direcionado ao conteúdo de Ciências da Natureza (Física, Química e Biologia), excluindo-se periódicos da área de ciências sociais, de ensino de matemática e da área da saúde, por exemplo. As revistas escolhidas foram: A1 - *Ciência e Educação e Revista Brasileira de Ensino de Física*; A2 - *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, Investigações em Ensino de Ciências, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Acta Scientiae, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Ciência e Cultura e Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*.

---

<sup>1</sup> Na realização do levantamento das revistas, o *Qualis* disponível mais recente na plataforma CAPES era o de ano de base de 2015.

Os trabalhos foram inicialmente selecionados nas fontes de busca (a, b e c) por meio de descritores, tais como: percepções/concepções/compreensões/visões de ciência/natureza da ciência/cientista, imagem do cientista, estereótipos, senso comum. Em seguida, realizou-se a leitura do título e resumo a fim de verificar se estes se encaixavam no escopo da pesquisa. Quando necessário, realizou-se a leitura do trabalho completo para selecioná-lo ou descartá-lo desta revisão.

Durante a fase de seleção e revisão dos trabalhos, foi possível observar que diversas pesquisas buscaram não só estudar as compreensões sobre a NdC e as visões dos sujeitos sobre o trabalho científico, como também se dedicaram a aplicar propostas didáticas e discussões a respeito do assunto, a fim de verificar se houve alguma mudança nas compreensões iniciais dos sujeitos da pesquisa. Porém, nem todos os trabalhos investigaram essas concepções iniciais (foco deste levantamento) apresentando somente as identificadas após as atividades, não sendo incorporados nesta pesquisa.

De acordo com os critérios descritos, identificamos um total de 113 trabalhos que estudaram as concepções de alunos, professores e outros sujeitos em relação à NdC e o trabalho científico ou ao próprio ser cientista (entendemos aqui o cientista como pesquisadores da área da ciência). Na Figura 3.1 apresentamos o número de trabalhos selecionados separando-os em dissertação, tese ou publicações em revistas da área de ensino ou nas atas do ENPEC.

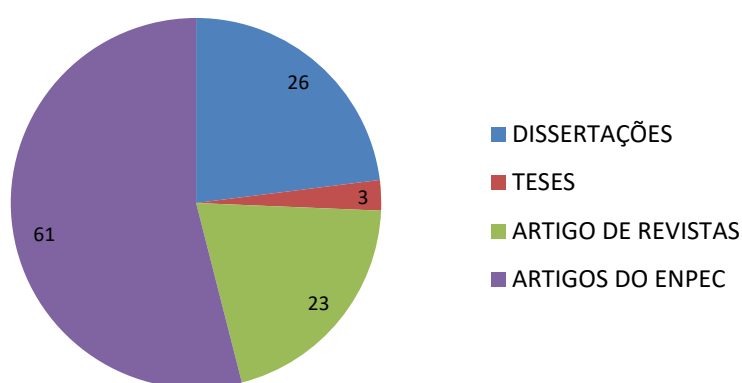


Figura 3.1 - Número de trabalhos selecionados nas fontes de busca.

Verificamos que as dissertações de Köhnlein (2003), Teixeira (2003), Faria (2011) e Souza (2013) e a tese de doutorado de Cunha (2010) originaram ao menos um trabalho que foi publicado em revista ou apresentado no ENPEC. Além disso, notamos que trabalhos como os de Ramos, Melo e Teixeira (2007; 2009) e Zompero

e Arruda (2005; 2011), apresentados no ENPEC, analisam os mesmos sujeitos sob diferentes óticas, resultando em diferentes trabalhos, o que pode ajudar a explicar porque o evento conta com um maior número de trabalhos se comparado com as demais fontes de pesquisa.

Dando continuidade ao processo de análise, realizamos a leitura inicial e a classificação dos dados apresentados nos trabalhos através de cinco categoriais iniciais que emergiram deste processo: dados dos sujeitos pesquisados; tipo de instrumentos utilizados na coleta de dados; as visões relacionadas à NdC e à imagem do cientista expressas pelos sujeitos; possíveis meios influenciadores dessas visões; e as propostas de intervenção para discutir a NdC e o trabalho científico no ensino.

Os resultados obtidos foram expressos através de gráficos a fim de obtermos uma melhor visualização do número de trabalhos em cada categoria. Salientamos que um mesmo trabalho pode ser alocado em mais de uma categoria por apresentar características em comum com mais de um desses grupos, conforme pode ser verificado a seguir.

### **a) Sujeitos investigados nas pesquisas**

Quanto aos sujeitos investigados nas pesquisas, verifica-se através da Figura 3.2 que, o maior número das verificações foi realizado com alunos de graduação<sup>2</sup> de diferentes áreas, sendo que desses, 33 trabalhos investigam as percepções de futuros professores da educação básica. Também em maior número, foram os trabalhos que averiguaram as concepções de professores<sup>3</sup> em exercício dos diferentes níveis de ensino, inclusive de professores-pesquisadores da graduação.

---

<sup>2</sup> Trabalhos em que os sujeitos pesquisados são alunos de graduação: Peruzzi e Tomazello (1999); Borges e Borges (2001); Teixeira *et al.* (2001a); Teixeira *et al.* (2001b); Costa e Krüger (2003); Peixoto e Marcondes (2003); Teixeira (2003); Gurgel e Mariano (2005); Ribeiro (2005); Rodrigues (2005); Tavares (2006); Machado e Carneiro (2007); Massoni e Moreira (2007); Melo (2007); Moreira *et al.* (2007); Ramos *et al.* (2007); Andrade (2008); Bezerra (2008); Arcanjo-Filho *et al.* (2009); Esteves e Moura (2009); Junior (2009); Scheid *et al.* (2009); Teixeira *et al.* (2009); Oliveira (2010); Amauro e Gondim (2011); Ferreira *et al.* (2011); Hygino e Linhares (2011); Junqueira e Maximiano (2011); Oliveira e Ferreira (2011); Silva *et al.* (2011); Souza (2012); Colagrande *et al.* (2013); Nascimento *et al.* (2013); Santos *et al.* (2013); Souza (2013); Santos (2014); Alves *et al.* (2015); Colagrande *et al.* (2015); Cortez (2015); Deconto *et al.* (2016); Gomes *et al.* (2015); Pena e Teixeira (2015); Ribeiro e Silva (2015); Sierra (2015); Silva *et al.* (2015); Souza e Chapani (2015)

<sup>3</sup> Trabalhos em que os sujeitos pesquisados são professores: Krüger e Lopes (1997); Borges *et al.* (2001); Cunha (2001); Monteiro *et al.* (2003); Cardozo e Oaigen (2005); Reis e Galvão (2005); Vieira *et al.* (2005); Ricardo *et al.* (2006); Lopes *et al.* (2007); Machado (2007); Firme e Amaral (2008); Miranda *et al.* (2009); Silva e Mazzotti (2009); Chinelli *et al.* (2010); González (2011); Omena *et al.* (2011); Castro *et al.* (2013); Germano e Feitosa (2013); Oliveira (2013); Pereira *et al.* (2013); Souza (2013); Alves *et al.* (2015); Baptista e Carvalho (2015); Cavalcante (2015); Cortez (2015); Heerdt e Batista (2015);

O elevado número de trabalhos que investigam as concepções de professores e futuros professores pode estar relacionado ao fato de que as concepções que estes carregam podem afetar a maneira como os alunos veem a ciência e o trabalho científico através da sua prática (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000).

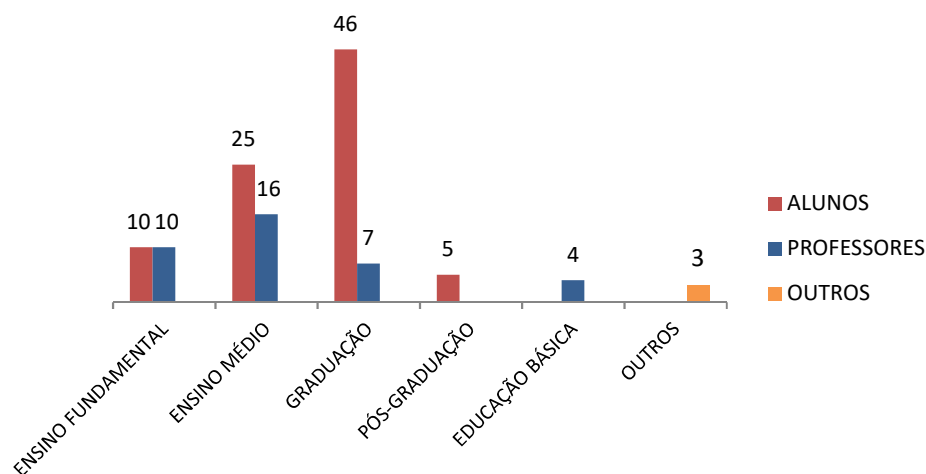


Figura 3.2 - Número de trabalhos e a relação dos sujeitos investigados nas pesquisas.

Os trabalhos também relatam investigações sobre a percepção da ciência e do trabalho científico com alunos do ensino fundamental<sup>4</sup>, do ensino médio<sup>5</sup> e de alunos da pós-graduação<sup>6</sup>, no qual destacamos que dos cinco trabalhos, dois investigaram professores da área de ciências, enquanto os demais verificaram as percepções de recém formados da área de física, química e ecologia.

Outros sujeitos como: crianças (ROSA *et al.*, 2003), uma monitora de um museu de ciência (SILVA; ALVES, 2007) e jovens e adultos de diferentes classes sociais (SILVA, 2013), também foram investigados nas pesquisas. Alguns trabalhos

Inocência (2015); Lorenzon *et al.* (2015); Raiol (2015); Ribeiro e Silva (2015); Ross *et al.* (2015); Souza e Chapani (2015); Morais (2016)

<sup>4</sup> Trabalhos em que os sujeitos pesquisados são alunos do ensino fundamental: Peruzzi e Tomazello (1999); Assmann (2002); Libanore e Lopes (2005); Zompero *et al.* (2005); Simões e Simões (2009); Schwantes *et al.* (2011); Zompero e Arruda (2011); Oliveira (2013); Buske *et al.* (2015); Lisboa *et al.* (2015)

<sup>5</sup> Trabalhos em que os sujeitos pesquisados são alunos do ensino médio: Peruzzi e Tomazello (1999); Guridi *et al.* (2003); Köhnlein (2003); Köhnlein e Peduzzi (2005); Vieira *et al.* (2005); Jucá *et al.* (2007); Arcanjo-Filho *et al.* (2009); Maia *et al.* (2009); Pompeu e Zimmermann (2009); Cunha (2010); Lopes (2010); Avanzi *et al.* (2011); Faria (2011); Freitas e Reis (2011); Osório e Pechliye (2011); Perón *et al.* (2011); Schwantes *et al.* (2011); Cunha e Giordan (2012); Araujo (2013); Gomes *et al.* (2013); Nascibem e Viveiro (2013); Cavalcante (2015); Costa e Laganá (2015); Faria *et al.* (2015); Lima *et al.* (2015)

<sup>6</sup> Trabalhos em que os sujeitos pesquisados são alunos de pós-graduação: Moraes (2003); Lemes *et al.* (2009); Ramos *et al.* (2009); Andrade (2012); Silva (2015)



também verificaram sujeitos de diferentes níveis de ensino, por exemplo: Souza e Chapani (2015), compararam as concepções de licenciandas em pedagogia e a professora da disciplina *Conteúdos e Metodologia do Ensino Fundamental de Ciências*; enquanto Peruzzi e Tomazel (1999) verificaram as percepções em relação à ciência com alunos do ensino fundamental, médio e da graduação.

## **b) Instrumento utilizado para a coleta de dados**

Além disso, verificamos os instrumentos utilizados pelos pesquisadores para a investigação das compreensões sobre a NdC. Foi possível observar que mais de um instrumento foi utilizado a fim de complementar as informações, sendo em sua maioria na forma de questionários, como pode ser observado na Figura 3.3. Os questionários<sup>7</sup> foram do tipo aberto (32), em que os sujeitos deveriam responder as perguntas propostas; do tipo fechado (35), que apresentavam afirmações ou pequenos trechos em que os sujeitos deveriam concordar ou discordar, assinalar verdadeiro ou falso, ou tipo Likert (atribuição de números de acordo com o grau de conformidade do questionado com a afirmação exposta); ou ainda mesclando os dois tipos (8). Outros instrumentos<sup>8</sup>, devido à natureza e aos objetivos específicos de cada pesquisa, também foram utilizados, como: análise de gravações em áudio ou vídeo; produção

---

<sup>7</sup> Trabalhos que utilizam o questionário como instrumento de coleta de dados: Krüger e Lopes (1997); Cunha (2001); Borges *et al.* (2001); Borges e Borges (2001); Teixeira *et al.* (2001a); Teixeira *et al.* (2001b); Guridi *et al.* (2003); Köhnlein (2003); Moraes (2003); Teixeira (2003); Cardozo e Oaigen (2005); Gurgel e Mariano (2005); Köhnlein e Peduzzi (2005); Ribeiro (2005); Vieira *et al.* (2005); Zompero *et al.* (2005); Tavares (2006); Lopes *et al.* (2007); Machado (2007); Machado e Carneiro (2007); Massoni e Moreira (2007); Melo (2007); Moreira *et al.* (2007); Ramos *et al.* (2007); Andrade (2008); Junior (2009); Teixeira *et al.* (2009); Lemes *et al.* (2009); Scheid *et al.* (2009); Maia *et al.* (2009); Miranda *et al.* (2009); Pompeu e Zimmermann (2009); Ramos *et al.* (2007); Esteves e Moura (2009); Arcanjo-Filho *et al.* (2009); Cunha (2010); Chinelli *et al.* (2010); Faria (2011); Silva *et al.* (2011); Avanzi *et al.* (2011); Junqueira e Maximiano (2011); Osório e Pechliye (2011); Zompero e Arruda (2011); Omena *et al.* (2011); González (2011); Ferreira *et al.* (2011); Perón *et al.* (2011); Oliveira e Ferreira (2011); Hygino e Linhares (2011); Amauro e Gondim (2011); Andrade (2012); Souza (2012); Cunha e Giordan (2012); Oliveira (2013); Araujo (2013); Pereira *et al.* (2013); Nascimento *et al.* (2013); Santos *et al.* (2013); Nascibem e Viveiro (2013); Colagrande *et al.* (2013); Santos (2014); Silva (2015); Ribeiro e Silva (2015); Lorenzon *et al.* (2015); Alves *et al.* (2015); Lisboa *et al.* (2015); Lima *et al.* (2015); Gomes *et al.* (2015); Buske *et al.* (2015); Colagrande *et al.* (2015); Heerd e Batista (2015); Ross *et al.* (2015)

<sup>8</sup> Trabalhos que utilizam outros instrumentos para a coleta de dados: Köhnlein (2003); Monteiro *et al.* (2003); Peixoto e Marcondes (2003); Rodrigues (2005); Köhnlein e Peduzzi (2005); Machado (2007); Melo (2007); Massoni e Moreira (2007); Silva e Alves (2007); Andrade (2008); Bezerra (2008); Junior (2009); Simões e Simões (2009); Freitas e Reis (2011); Schwantes *et al.* (2011); Perón, Guerra e Forato (2011); Amauro e Gondim (2011); Silva (2013); Gomes *et al.* (2013); Cavalcante (2015); Sierra (2015); Silva *et al.* (2015); Pena e Teixeira (2015); Costa e Laganá (2015)

de texto; provas avaliativas; diário de campo e grupo focal; assim como a solicitação de desenhos<sup>9</sup> que expressassem o cientista e seu trabalho.

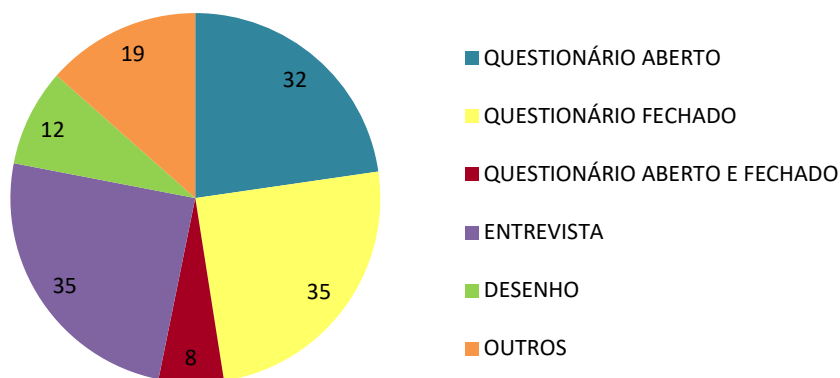


Figura 3.3 - Tipo de instrumento de coleta de dados utilizado.

Nos trabalhos que apresentavam questionários fechados, principalmente aqueles em que os sujeitos deveriam concordar ou discordar com afirmações propostas, os autores identificaram contradições e ambiguidades nas respostas apresentadas. Observamos que este episódio pode estar relacionado ao fato dos respondentes destes questionários nem sempre compreenderem/interpretarem as questões colocadas da maneira esperada pelos formuladores (LEDERMAN, 1992) ou por serem forçados a escolher entre uma ou outra resposta (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000).

Instrumentos de coleta que não permitem esclarecer os pontos de vistas dos participantes da pesquisa – como os questionários fechados quando limitados a rotular as ideias concordantes ou discordantes –, acabam se limitando a estatísticas e inferências (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000), dificultando ao pesquisador identificar a motivação das posições dos sujeitos investigados. Como apontado por Ramos *et al.* (2007), também

não podemos esquecer que nossos conhecimentos implícitos podem influenciar na interpretação dos resultados, significando que a imagem que nos parece “correta” induz a impressão de um conhecimento único e mais correto, o que não é real e não deve ser interpretado desta maneira. (RAMOS *et al.*, 2007, p. 08)

<sup>9</sup> Trabalhos que utilizam o desenho como instrumento de coleta de dados: Rosa *et al.* (2003); Vieira *et al.* (2005); Libanore e Lopes (2005); Freitas e Reis (2011); Nascibem e Viveiro (2013); Lisboa *et al.* (2015); Silva *et al.* (2015); Lima, Dantas e Cabral (2015); Gomes *et al.* (2015); Buske *et al.* (2015); Costa e Laganá (2015); Ross *et al.* (2015)

Ressaltamos que essas estatísticas e inferências são fundamentais na identificação de concepções sobre a NdC. Porém, para que se conheça aquilo que o sujeito compreende sobre ciência, é importante que ele também se expresse, sem a necessidade de se preocupar em escolher uma visão particular. Isso pode ocorrer por meio de questionários abertos, desenhos e textos, permitindo ao respondente que se manifeste de maneira livre; assim como nas entrevistas<sup>10</sup>, para aqueles que possuem uma amostra de sujeitos menor, permitindo que o pesquisador verifique o posicionamento do respondente em relação à NdC e as razões pelas quais essa posição é adotada (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000).

### **c) Percepções sobre a NdC e sobre o trabalho científico apresentadas pelos sujeitos da pesquisa**

Ao buscar quais as percepções dos sujeitos abordados nas pesquisas sobre a ciência e sua natureza, verificamos uma variedade de aspectos que se assemelham às visões deformadas do trabalho científico identificadas por Gil-Pérez *et al.* (2001). Entretanto, também identificamos nos trabalhos aspectos que se assemelham às ideias mais aceitas em relação à NdC e do trabalho científico (MCCOMAS *et al.*, 1998; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001, EL-HANI, 2006). Isso indica que mesmo com o predomínio de uma imagem estereotipada da ciência em alunos e professores – e os sujeitos da pesquisa de uma forma geral –, essas imagens ingênuas estão sendo desmistificadas, principalmente por intervenções que estão sendo realizadas em sala de aula.

Desse modo, apresentamos nos subitens a seguir percepções em relação à NdC e ao trabalho científico identificadas pelos pesquisadores nos trabalhos selecionados e categorizadas conforme suas relações com: as visões deformadas descritas por Gil-Pérez *et al.* (2001) e/ou as ideias mais aceitas em relação à NdC destacados por McComas *et al.* (1998) e Gil-Pérez *et al.* (2001). Ressaltamos que a análise e relato das concepções dos sujeitos em relação à ciência e ao trabalho científico foi realizada pelos pesquisadores/autores dos trabalhos que fazem parte

---

<sup>10</sup> Trabalhos que utilizam entrevistas semi-estruturadas como instrumento de coleta de dados: Krüger e Lopes (1997); Cunha (2001); Teixeira *et al.* (2001a); Teixeira *et al.* (2001b); Teixeira (2003); Costa e Krüger (2003); Rosa *et al.* (2003); Peixoto e Marcondes (2003); Rodrigues (2005); Reis e Galvão (2005); Ricardo *et al.* (2006); Machado (2007); Massoni e Moreira (2007); Lopes *et al.* (2007); Silva e Alves (2007); Firme e Amaral (2008); Silva e Mazzotti (2009); Teixeira *et al.* (2009); Simões e Simões (2009); Lemes *et al.* (2009); Oliveira (2010); Cunha (2010); Ferreira *et al.* (2011); Cunha e Giordan (2012); Souza (2013); Germano e Feitosa (2013); Gomes *et al.* (2013); Raiol (2015); Cortez (2015); Inocêncio (2015); Souza e Chapani (2015); Baptista e Carvalho (2015); Ross *et al.* (2015); Morais (2016); Deconto *et al.* (2016)

deste levantamento, cabendo a categorização aqui realizada agrupar essas concepções de acordo com as semelhanças que apresentam com os pontos listados por McComas *et al.* (1998) e Gil-Pérez *et al.* (2001).

Além disso, os autores dos trabalhos utilizaram referenciais diversos na análise das percepções dos sujeitos investigados, cabendo a nós a tarefa de agrupar essas informações de acordo com a semelhança em relação às categorias utilizadas e, nos casos em que não foram encontradas semelhanças, novas categorias foram criadas, como: *estudo dos fenômenos da natureza* e a *visão de ciência utilitarista*, conforme descrevemos a seguir.

#### **i. Percepções sobre a NdC a serem evitadas:**

Para a categorização das percepções que se afastam do que é considerado como mais aceito em relação à construção do conhecimento científico, expressadas nos trabalhos pesquisados, utilizamos o conjunto de sete ideias expressados por Gil-Pérez *et al.* (2001) do que devem ser evitados em relação à NdC. Sendo as seguintes:

**1. Empírico-indutivista e ateórica<sup>11</sup>:** em que a experimentação e a observação são reconhecidas como atividade neutra, independente de hipóteses e teorias como orientadoras da investigação. Os trabalhos analisados mostram que estas concepções – juntamente com a visão rígida e exata do fazer ciência são as mais identificadas nas pesquisas – afetam tanto alunos e professores quanto os próprios cientistas<sup>12</sup>, corroborando os resultados encontrados por Gil-Pérez *et al.* (2001). Os autores também apontam que a ideia da experimentação como essência

---

<sup>11</sup> Trabalhos em que os sujeitos apresentam uma visão empírico-indutivista e ateórica da ciência: Cunha (2001); Teixeira *et al.* (2001a); Teixeira *et al.* (2001b); Borges *et al.* (2001); Borges e Borges (2001); Köhnlein (2003); Teixeira (2003); Guridi *et al.* (2003); Monteiro *et al.* (2003); Peixoto e Marcondes (2003); Ribeiro (2005); Rodrigues (2005); Köhnlein e Peduzzi (2005); Cardozo e Oaigen (2005); Melo (2007); Moreira *et al.* (2007); Massoni e Moreira (2007); Silva e Alves (2007); Ramos *et al.* (2007); Jucá *et al.* (2007); Andrade (2008); Junior (2009); Teixeira *et al.* (2009); Simões e Simões (2009); Lemes *et al.* (2009); Pompeu e Zimmermann (2009); Oliveira (2010); Cunha (2010); Faria (2011); Avanzi *et al.* (2011); Junqueira e Maximiano (2011); Osório e Pechliye (2011); Omena *et al.* (2011); González (2011); Ferreira *et al.* (2011); Perón *et al.* (2011); Oliveira e Ferreira (2011); Hygino e Linhares (2011); Amauro e Gondim (2011); Andrade (2012); Souza (2012); Souza (2013); Silva (2013); Araujo (2013); Nascimento, Almeida e Campos (2013); Castro *et al.* (2013); Nascibem e Viveiro (2013); Colagrande *et al.* (2013); Santos (2014); Raiol (2015); Cortez (2015); Inocência (2015); Souza e Chapani (2015); Ribeiro e Silva (2015); Lorenzon *et al.* (2015); Alves *et al.* (2015); Faria *et al.* (2015); Lima *et al.* (2015); Gomes *et al.* (2015); Baptista e Carvalho (2015); Pena e Teixeira (2015); Buske *et al.* (2015); Colagrande *et al.* (2015); Costa e Laganá (2015); Morais (2016); Deconto *et al.* (2016)

<sup>12</sup> Pesquisadores (cientistas) que apresentam a visão empírico-indutivista da NdC: Miranda *et al.* (2009); Schwantes *et al.* (2011); Raiol (2015)

da atividade científica coincide com o estereótipo de descobertas e invenções na ciência.

Verificamos nos trabalhos<sup>13</sup> que nem sempre as menções de invenções e descobertas pelos sujeitos pesquisados indicam a experimentação e observação – o método empírico-indutivista – como essenciais para se descobrir coisas novas.

**2. Rígida do fazer ciência<sup>14</sup>:** em que se acredita na existência de um conjunto de etapas definidas a ser seguido mecanicamente, o suposto “método científico”, que garante a exatidão dos resultados. Esta ideia também está diretamente ligada à ideia de infalibilidade e superioridade da ciência, pois, se existe um método rigoroso a ser seguido, ele deve produzir resultados precisos e exatos. Assim, têm-se a ideia de que a ciência nunca erra.

Identificamos nos trabalhos<sup>15</sup> que a concepção de uma ciência infalível nem sempre está ligada à ideia de um único método rigoroso, tendo a noção de uma multiplicidade de métodos que mais se adequa ao objeto de estudo, mas que, ainda assim, produz um conhecimento inquestionável e livre de falhas.

**3. Aproblemática e ahistórica<sup>16</sup>:** em que não se reconhece os problemas originais que deram origem ao conhecimento, seus caminhos e construções. Essa imagem dogmática e fechada não possibilita reconhecer as limitações e possibilidades

---

<sup>13</sup> Trabalhos que mencionam a ideia de inovações e descobertas sem que os sujeitos mencionem a crença no método empírico-indutivista: Zompero *et al.* (2005); Ricardo *et al.* (2006); Esteves e Moura (2009); Maia *et al.* (2009); Lopes (2010); Freitas e Reis (2011); Schwantes *et al.* (2011); Zompero e Arruda (2011); Lisboa *et al.* (2015)

<sup>14</sup> Trabalhos em que os sujeitos apresentam a concepção de um método rígido: Krüger e Lopes (1997); Cunha (2001); Teixeira *et al.* (2001a); Köhnlein (2003); Costa e Krüger (2003); Ribeiro (2005); Rodrigues (2005); Köhnlein e Peduzzi (2005); Cardozo e Oaigen (2005); Gurgel e Mariano (2005); Machado (2007); Melo (2007); Lopes *et al.* (2007); Andrade (2008); Bezerra (2008); Junior (2009); Teixeira *et al.* (2009); Scheid *et al.* (2009); Miranda *et al.* (2009); Oliveira (2010); Schwantes *et al.* (2011); Avanzi *et al.* (2011); Junqueira e Maximiano (2011); Omena *et al.* (2011); González (2011); Oliveira e Ferreira (2011); Amauro e Gondim (2011); Andrade (2012); Souza (2013); Araujo (2013); Germano e Feitosa (2013); Pereira *et al.* (2013); Santos (2014); Raiol (2015); Cortez (2015); Inocêncio (2015); Cavalcante (2015); Sierra (2015); Souza e Chapani (2015); Ribeiro e Silva (2015); Lorenzon *et al.* (2015); Baptista e Carvalho (2015); Pena e Teixeira (2015); Buske *et al.* (2015); Ross *et al.* (2015); Morais (2016); Deconto *et al.* (2016)

<sup>15</sup> Trabalhos que apresentam que uma concepção de ciência infalível nem sempre está ligada à ideia de um método rigoroso: Guridi *et al.* (2003); Monteiro *et al.* (2003); Peixoto (2003); Ramos *et al.* (2007); Silva e Alves (2007); Esteves e Moura (2009); Lemes *et al.* (2009); Silva e Mazzotti (2009); Faria (2011); Ferreira *et al.* (2011); Freitas e Reis (2011); Castro *et al.* (2013); Faria *et al.* (2015); Heerdt e Batista (2015)

<sup>16</sup> Trabalhos em que os sujeitos apresentam uma visão aproblemática e ahistórica da ciência: Peruzzi e Tomazello (1999); Silva e Alves (2007); Ramos *et al.* (2009); Souza (2013); Silva (2015); Souza e Chapani (2015); Morais (2016); Deconto *et al.* (2016)

do conhecimento científico dificultando a compreensão do fazer ciência. Apesar de ser pouco representada nos trabalhos analisados, trata-se de uma concepção reforçada pelo ensino de conceitos acabados, omitindo os aspectos históricos da construção do conhecimento científico, muito semelhante ao que ocorre com as visões analíticas e reducionistas da ciência.

**4. Exclusivamente analítica e reducionista<sup>17</sup>:** considera o conhecimento das partes suficientes para a compreensão do todo (EL-HANI, 2000), simplificando e reduzindo os conceitos, desvalorizando e até mesmo esquecendo os processos de unificação como característica fundamental da evolução dos conhecimentos científicos. Essa é uma das deformações menos identificadas nos trabalhos analisados, segundo Gil-Pérez *et al.* (2001):

a desvalorização e mesmo o esquecimento dos processos de unificação como característica fundamental da evolução dos conhecimentos científicos constitui um verdadeiro obstáculo na educação científica habitual. [...] mais de 80% dos professores e dos livros de textos incorrem, implicitamente, nessa visão deformada, esquecendo-se de destacar, por exemplo, a unificação que supõe a síntese newtoniana das mecânicas celeste e terrestre, recusada durante mais de um século com a condenação das obras de Copérnico e de Galileu. (p. 132).

**5. Acumulativa e de crescimento linear<sup>18</sup>:** em que a construção do conhecimento científico é vista como um processo linear, que acumula os conhecimentos bem-sucedidos da ciência, deixando de lado as crises e descontinuidades sofridas durante este processo. É também uma visão deformada pouco referida nas pesquisas, assim como identificado por Gil-Pérez *et al.* (2001) nos trabalhos internacionais.

Segundo os autores essa visão de ciências é complementar à visão rígida do fazer ciência, pois enquanto esta

se refere à forma como se concebe a realização de uma dada investigação, a visão acumulativa é uma interpretação simplista da evolução dos conhecimentos científicos, para a qual o ensino pode contribuir ao apresentar os conhecimentos hoje aceitos sem mostrar como eles foram alcançados, não se referindo às frequentes confrontações entre teorias rivais, às

---

<sup>17</sup> Trabalhos em que a visão dos sujeitos em relação à ciência é analítica e reducionista: Guridi *et al.* (2003); Monteiro *et al.* (2003); Machado (2007); Andrade (2008); Bezerra (2008); Maia *et al.* (2009); Silva *et al.* (2011); Silva (2015); Alves *et al.* (2015)

<sup>18</sup> Trabalhos em que os sujeitos apresentam uma visão de crescimento linear e acumulativa do conhecimento científico: Cunha (2001); Costa e Krüger (2003); Rodrigues (2005); Reis e Galvão (2005); Melo (2007); Silva e Alves (2007); Silva e Mazzotti (2009); Lemes *et al.* (2009); Ramos *et al.* (2009); Amauro e Gondim (2011); Nascibem e Viveiro (2013); Lorenzon *et al.* (2015); Gomes *et al.* (2015); Morais (2016); Deconto *et al.* (2016)

controvérsias científicas, nem aos complexos processos de mudança. (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001, p. 132-133).

**6. Individualista e elitista<sup>19</sup>:** em que o conhecimento científico é percebido como obra de gênios que trabalham isolados em seus laboratórios, não sendo reconhecido o trabalho coletivo, as parcerias e a própria comunidade científica. Além disso, essa visão elitista faz com que a sociedade reconheça o trabalho científico como reservado a minorias superdotadas de inteligência, reforçando expectativas negativas nos alunos podendo levar ao desinteresse pela ciência. A grande representação de homens na ciência e a desumanização do cientista ainda mostram como as visões dos sujeitos pesquisados são estereotipadas (imagem do cientista louco, em seus laboratórios, utilizando seus jalecos e cercados por vidrarias). Inclusive, nos trabalhos analisados nesta pesquisa<sup>20</sup>, foi possível identificar desenhos com alusão a Einstein representado por alunos da educação básica e futuros professores.

**7. Socialmente neutra da ciência<sup>21</sup>:** em que os sujeitos apresentam uma visão internalista e descontextualizada da atividade científica, esquecendo-se das relações e influências entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, proporcionando *“uma imagem deformada dos cientistas como seres ‘acima do bem e do mal’, fechados em torres de marfim e alheios à necessidade de fazer opções”* (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001, p. 133).

A Figura 3.4 expressa o número de trabalhos que apresentaram essas ideias conforme a reclassificação realizada por nós, com base na análise dos autores dos

<sup>19</sup> Trabalhos em que os sujeitos apresentam uma visão individualista e elitista da ciência: Peruzzi e Tomazello (1999); Köhnlein (2003); Monteiro *et al.* (2003); Rosa *et al.* (2003); Köhnlein e Peduzzi (2005); Vieira *et al.* (2005); Zompero *et al.* (2005); Ricardo *et al.* (2006); Bezerra (2008); Firme e Amaral (2008); Arcanjo-Filho *et al.* (2009); Maia *et al.* (2009); Pompeu e Zimmermann (2009); Scheid *et al.* (2009); Cunha (2010); Avanzi *et al.* (2011); Faria (2011); Freitas e Reis (2011); González (2011); Omena *et al.* (2011); Osório e Pechliye (2011); Perón *et al.* (2011); Schwantes *et al.* (2011); Zompero e Arruda (2011); Cunha e Giordan (2012); Nascibem e Viveiro (2013); Santos *et al.* (2013); Silva (2013); Buske *et al.* (2015); Faria *et al.* (2015); Ribeiro e Silva (2015); Lisboa *et al.* (2015); Lima *et al.* (2015); Gomes *et al.* (2015); Lorenzon *et al.* (2015); Silva *et al.* (2015); Costa e Laganá (2015); Heerdt e Batista (2015); Ross *et al.* (2015)

<sup>20</sup> Trabalhos que apresentam desenhos do cientista com alusão a Einstein: Vieira *et al.* (2005); Osório e Pechliye (2011); Silva (2013); Buske *et al.* (2015); Silva *et al.* (2015)

<sup>21</sup> Trabalhos em que os sujeitos apresentam uma concepção neutra da ciência: Krüger e Lopes (1997); Teixeira *et al.* (2001a); Moraes (2003); Peixoto e Marcondes (2003); Gurgel e Mariano (2005); Lopes *et al.* (2007); Ramos *et al.* (2007); Andrade (2008); Bezerra (2008); Teixeira *et al.* (2009); Lemes *et al.* (2009); Ramos *et al.* (2009); Oliveira (2010); Silva *et al.* (2011); Omena *et al.* (2011); Ferreira *et al.* (2011); Perón *et al.* (2011); Oliveira e Ferreira (2011); Souza (2012); Souza (2013); Pereira *et al.* (2013); Santos *et al.* (2013); Cortez (2015); Silva (2015); Sierra (2015); Souza e Chapani (2015); Gomes *et al.* (2015); Buske *et al.* (2015); Morais (2016)

trabalhos e nas categorias descritas por Gil-Pérez *et al.* (2001), sendo que um mesmo trabalho pode ser verificado em mais de uma categoria.

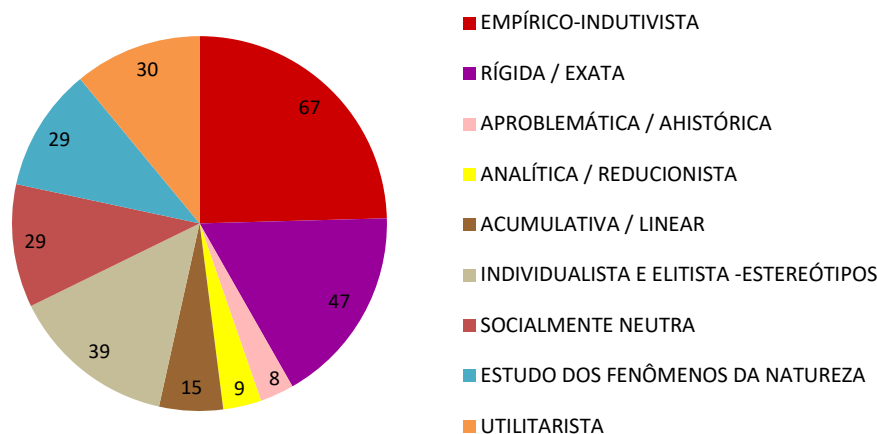


Figura 3.4 - Número de trabalhos em que os sujeitos apresentam ideias a serem evitadas sobre a NdC.

Além da identificação destas sete concepções deformadas sobre a ciência e o trabalho científico, também encontramos nos trabalhos duas outras características que podem contribuir para uma visão ingênua da ciência, identificadas pelos próprios autores dos trabalhos, sendo essas: a consideração da ciência como **estudo dos fenômenos da natureza**<sup>22</sup>, quando esta ideia se limita a enxergar a ciência como a disciplina escolar, associando-a principalmente ao conteúdo de biologia; e a ideia de uma **ciência utilitarista**<sup>23</sup>, geralmente atrelada a uma visão positiva e salvacionista, na qual o cientista inventa coisas para melhorar o planeta, como remédios e vacinas para a cura de doenças, e para “*descobrir além da verdade*” (LISBOA *et al.*, 2015, p. 05). De certa forma, ambas as características têm relação com o trabalho de

<sup>22</sup> Trabalhos em que os sujeitos limitam a ciência ao estudo dos fenômenos da natureza/à disciplina escolar: Peruzzi e Tomazello (1999); Teixeira *et al.* (2001a); Teixeira *et al.* (2001b); Köhnlein (2003); Teixeira (2003); Köhnlein e Peduzzi (2005); Cardozo e Oaigen (2005); Zompero *et al.* (2005); Machado (2007); Ramos *et al.* (2007); Jucá *et al.* (2007); Andrade (2008); Teixeira *et al.* (2009); Miranda *et al.* (2009); Cunha (2010); Schwantes *et al.* (2011); Zompero e Arruda (2011); Peron *et al.* (2011); Souza (2012); Cunha e Giordan (2012); Souza (2013); Oliveira (2013); Nascibem e Viveiro (2013); Inocêncio (2015); Sierra (2015); Souza e Chapani (2015); Ribeiro e Silva (2015); Lisboa *et al.* (2015); Lima *et al.* (2015)

<sup>23</sup> Trabalhos em que os sujeitos apresentam uma visão utilitarista da ciência: Köhnlein (2003); Moraes (2003); Ribeiro (2005); Reis e Galvão (2005); Köhnlein, Peduzzi (2005); Zompero *et al.* (2005); Gurgel e Mariano (2005); Machado (2007); Ramos *et al.* (2007); Machado e Carneiro (2007); Andrade (2008); Firme e Amaral (2008); Scheid *et al.* (2009); Pompeu e Zimmermann (2009); Esteves e Moura (2009); Cunha (2010); Lopes (2010); Faria (2011); Freitas e Reis (2011); Amauro e Gondim (2011); Cunha e Giordan (2012); Oliveira (2013); Silva (2013); Araujo (2013); Sierra (2015); Faria *et al.* (2015); Gomes *et al.* (2015); Buske *et al.* (2015); Costa e Laganá (2015); Moraes (2016)



McComas *et al.* (1998) e Gil-Pérez *et al.* (2001) quando estes se referem às características que se aproximam das ideias mais aceitas em relação a NdC, pois são, de certa forma, opostas a elas (cientista como pessoa comum e a ciência como estudo de fenômenos, porém não relacionado à disciplina escolar).

## ii. Percepções que se aproximam das ideias mais aceitas sobre a NdC:

Apesar de não haver um consenso definitivo sobre as principais características da NdC (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000), há algumas ideias que, segundo McComas *et al.* (1998) e Gil-Pérez *et al.* (2001), apresentam uma visão mais aceitável do trabalho científico. Ressaltamos que, assim como os autores, não acreditamos existir uma única concepção correta do que é a ciência e como ela é feita, pois isso acaba por reforçar a ideia de que existe algum tipo de método científico único que constrói a verdadeira ciência. Apresentamos aqui aquilo que McComas *et al.* (1998) e Gil-Pérez *et al.* (2001) consideram como pontos que convergem para uma ideia mais aceitável sobre a NdC e o trabalho científico, buscando contribuir para uma imagem menos engessada e ingênua da ciência.

Nos trabalhos analisados, verificamos que muitas dessas ideias foram identificadas nos sujeitos pesquisados, mesmo que em menor quantidade ou em convívio com as ideias deformadas. Retratamos na Figura 3.5 quais são essas percepções e o número de trabalhos que as apresentam, de acordo com as análises realizadas pelos próprios autores das pesquisas.

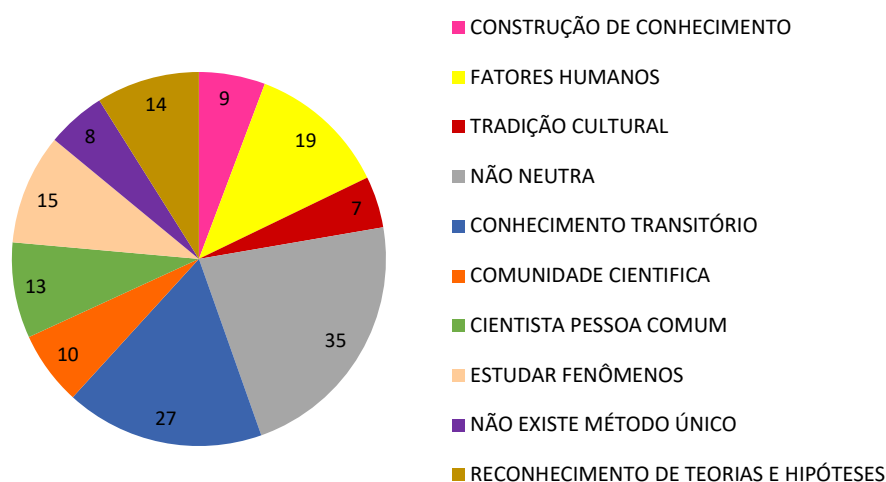


Figura 3.5 - Número de trabalhos em que os sujeitos apresentam ideias mais aceitas sobre a NdC.

**1. Construção de conhecimento<sup>24</sup>:** o conhecimento científico é construído através do tempo, requer o registro de dados, a crítica constante dos resultados, evidência e teorias (MCCOMAS *et al.*, 1998), sendo a própria essência do trabalho científico a construção de hipóteses, de modelos imaginários e idealizados (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001). Assim, o conhecimento científico é uma construção histórica, social e humana.

**2. Consideração de fatores humanos<sup>25</sup>:** a ciência é construída por seres humanos, assim, a criatividade, a subjetividade e os interesses pessoais afetam a maneira como o cientista trabalha e a maneira como produz o conhecimento (MCCOMAS *et al.*, 1998).

**3. Tradição cultural e histórica<sup>26</sup>:** a ciência é parte de tradições sociais e culturais (MCCOMAS *et al.*, 1998).

**4. Não neutralidade da ciência<sup>27</sup>:** o reconhecimento da influência de fatores externos à ciência (política, economia, religião, cultura, interesses pessoais, etc.) na construção do seu conhecimento, bem como compreender o impacto da própria ciência e tecnologia na sociedade (MCCOMAS *et al.*, 1998; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001). Perceber essas influências da ação do cientista sobre o meio físico e social em que se insere ajuda a superação da caracterização exclusivamente internalista do trabalho científico (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001).

---

<sup>24</sup> Trabalhos em que os sujeitos apresentam uma visão construtivista da ciência: Borges e Borges (2001); Melo (2007); Scheid *et al.* (2009); González (2011); Souza (2013); Pereira *et al.* (2013); Souza e Chapani (2015); Colagrande *et al.* (2015); Heerd e Batista (2015)

<sup>25</sup> Trabalhos em que os sujeitos consideram os fatores humanos como parte da construção da ciência: Teixeira *et al.* (2001a); Teixeira *et al.* (2001b); Ribeiro (2005); Andrade (2008); Firme e Amaral (2008); Junior (2009); Teixeira *et al.* (2009); Scheid *et al.* (2009); Miranda *et al.* (2009); Hygino e Linhares (2011); Souza (2012); Souza (2013); Araujo (2013); Santos (2014); Inocêncio (2015); Souza e Chapani (2015); Ribeiro e Silva (2015); Gomes *et al.* (2015)

<sup>26</sup> Trabalhos em que os sujeitos concebem a ciência como construção histórica e parte da cultura: Teixeira *et al.* (2001a); Teixeira *et al.* (2001b); Junior (2009); Teixeira *et al.* (2009); Scheid *et al.* (2009); Araujo (2013); Baptista e Carvalho (2015)

<sup>27</sup> Trabalhos em que os sujeitos acreditam que a ciência não é neutra: Teixeira *et al.* (2001a); Teixeira *et al.* (2001b); Borges e Borges (2001); Ribeiro (2005); Reis e Galvão (2005); Ricardo *et al.* (2006); Machado (2007); Melo (2007); Silva e Alves (2007); Machado e Carneiro (2007); Andrade (2008); Firme e Amaral (2008); Junior (2009); Teixeira *et al.* (2009); Miranda *et al.* (2009); Pompeu e Zimmermann (2009); Ramos *et al.* (2009); Esteves e Moura (2009); Cunha (2010); Faria (2011); Silva *et al.* (2011); Ferreira *et al.* (2011); Andrade (2012); Cunha e Giordan (2012); Souza (2013); Santos *et al.* (2013); Colagrande *et al.* (2013); Inocêncio (2015); Sierra (2015); Souza e Chapani (2015); Ribeiro e Silva (2015); Faria *et al.* (2015); Colagrande *et al.* (2015); Deconto *et al.* (2016)

**5. Conhecimento é transitório<sup>28</sup>:** reconhecer o conhecimento científico com algo provisório e transitório, que sofreu crises e descontinuidades/rupturas em seu processo de construção. Deixando de ser visto como verdade absoluta, imutável e superior (MCCOMAS *et al.*, 1998; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001).

**6. Comunidade científica<sup>29</sup>:** deixa de conceber a ciência completamente autônoma, como produto de “*gênios solitários*” (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001, p. 137). Passando a ver o trabalho científico como algo coletivo, com a colaboração entre pesquisadores (MCCOMAS *et al.*, 1998), os quais são orientados pelas linhas de investigação estabelecidas (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001).

**7. Cientista é pessoa comum<sup>30</sup>:** também está ligado à humanização do cientista, mas neste tópico enfatiza-se a desmistificação do estereótipo do cientista, que deixa de ser visto como um ser acima do bem e do mal e deixa descrito como um gênio louco que utiliza vestes brancas, passando a ser visto como uma pessoa comum (MCCOMAS *et al.*, 1998; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001). Apesar da grande representação masculina, foi possível verificar nos trabalhos a representação das mulheres na ciência, o que mostra que o estereótipo de uma ciência masculina está deixando de estar presente na percepção dos sujeitos entrevistados.

Consideramos também que esse item vai ao encontro do que denominamos de caráter utilitarista da ciência, identificado pelos autores dos trabalhos analisados, em que o endeusamento do cientista seria refletido em uma ciência salvadora de todos os problemas da sociedade.

---

<sup>28</sup> Trabalhos em que os sujeitos apresentam a concepção de que o conhecimento científico é provisório e transitório: Krüger e Lopes (1997); Teixeira *et al.* (2001a); Teixeira *et al.* (2001b); Köhnlein (2003); Teixeira (2003); Guridi *et al.* (2003); Moraes (2003); Peixoto e Marcondes (2003); Rodrigues (2005); Reis e Galvão (2005); Köhnlein e Peduzzi (2005); Melo (2007); Lopes *et al.* (2007); Andrade (2008); Firme e Amaral (2008); Silva e Mazzotti (2009); Teixeira *et al.* (2009); Pompeu e Zimmermann (2009); Ferreira *et al.* (2011); Souza (2012); Araujo (2013); Santos (2014); Raiol (2015); Ross *et al.* (2015); Morais (2016); Deconto *et al.* (2016)

<sup>29</sup> Trabalhos em que os sujeitos acreditam no trabalho coletivo na ciência: Guridi *et al.* (2003); Moraes (2003), Junior (2009); Scheid *et al.* (2009); Perón *et al.* (2011); Santos *et al.* (2013); Silva (2015); Sierra (2015); Baptista e Carvalho (2015); Morais (2016)

<sup>30</sup> Trabalhos em que os sujeitos concebem o cientista como uma pessoa comum: Guridi *et al.* (2003); Rosa *et al.* (2003); Zompero *et al.* (2005); Silva e Alves (2007); Machado e Carneiro (2007); Junior (2009); Pompeu e Zimmermann (2009); Osório e Pechliye (2011); Zompero e Arruda (2011); Souza (2013); Santos *et al.* (2013); Souza e Chapani (2015); Silva *et al.* (2015)

**8. Estudar fenômenos<sup>31</sup>:** reconhece que um dos papéis da ciência é o estudo de fenômenos naturais na tentativa de conhecê-los e explicá-los (MCCOMAS *et al.*, 1998), e não no sentido de descobrir a verdade do universo ou limitando às disciplinas escolares. Assim, o processo de construção da ciência tem como uma de suas finalidades,

ainda que tentativamente, generalizações aplicáveis à natureza. É precisamente essa exigência de aplicabilidade, de um funcionamento correto para descrever fenômenos, realizar previsões, abordar e estabelecer novos problemas etc., que confere crescente validade (não certeza ou carácter de verdade inquestionável) aos conceitos e teorias. Estas são, pois, fundamentadamente criadas e mesmo, muitas vezes, construídas criativamente para serem objeto de questionamento, se submeterem ao confronto com o real e se sujeitarem à falsificabilidade. (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001, p. 137)

**9. Não existe um método único<sup>32</sup>:** a compreensão de que não há uma única maneira de fazer ciência, um método universal e rigoroso a ser seguido, mas sim um pluralismo metodológico (MCCOMAS *et al.*, 1998; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001). Com isso, também se destaca a recusa do empirismo ingênuo, que obtém resultados livres de interferências.

Esses dados não têm sentido em si mesmos, pelo que requerem ser interpretados de acordo, ou melhor, à luz de um sistema teórico. Insistimos, por isso, em que toda a investigação e procura de dados vêm marcados por referentes teóricos – paradigma, numa terminologia de sentido kuhniiano – ou seja, por visões coerentes e articuladas, aceites pela comunidade científica e que orientam, pois, a investigação. (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001, p. 136)

**10. Reconhecimento de teorias e hipóteses<sup>33</sup>:** reconhecer que, apesar da observação e a experimentação também fazem parte da ciência, as teorias e hipóteses são essenciais na construção do conhecimento científico, pois são elas que orientam os estudos e as investigações, bem como os processos científicos (MCCOMAS *et al.*, 1998; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001).

---

<sup>31</sup> Trabalhos em que os sujeitos reconhecem a ciência como forma de estudo/pesquisa: Moraes (2003); Ribeiro (2005); Rodrigues (2005); Firme e Amaral (2008); Silva e Mazzotti (2009); Scheid *et al.* (2009); Esteves e Moura (2009); Faria (2011); Avanzi *et al.* (2011); Hygino e Linhares (2011); Andrade (2012); Sierra (2005); Faria *et al.* (2015); Baptista e Carvalho (2015)

<sup>32</sup> Trabalhos em que os sujeitos reconhecem que existe diversas maneira de fazer ciência (recusa do método): Krüger e Lopes (1997); Moraes (2003); Köhnlein e Peduzzi (2005); Lopes *et al.* (2007); Andrade (2008); Andrade (2012); Araujo (2013); Santos (2014)

<sup>33</sup> Trabalhos em que os sujeitos reconhecem o papel dos conceitos, teorias e hipóteses: Cunha (2001); Teixeira (2003); Melo (2007); Andrade (2008); Silva e Mazzotti (2009); Miranda *et al.* (2009); Hygino e Linhares (2011); Andrade (2012); Souza (2012); Souza (2013); Cortez (2015); Inocêncio (2015); Cavalcante (2015); Souza e Chapani (2015)

Essas percepções dos sujeitos investigados que se aproximam das ideias mais aceitas em relação à NdC e ao trabalho científico sugerem que mudanças estão ocorrendo no ensino, o que leva a desconstrução das imagens deformadas. No item e deste, serão apresentadas algumas propostas de intervenção realizadas dentro e fora de sala de aula com o intuito de promover a discussão sobre a NdC, que gera o confronto entre diferentes ideias, o que pode levar a uma compreensão mais ampla sobre o fazer ciência.

### iii. Relação entre as percepções mais aceitas e as estereotipadas:

Através dos grupos apontados nos tópicos anteriores, podemos traçar uma relação entre as percepções consideradas mais aceitas sobre a NdC com aquelas ideias estereotipadas, a serem evitadas na educação em ciências. Essa correlação se dá no momento que um tópico se opõe a outro, trazendo ideias antagônicas que nos fazem refletir sobre a construção do conhecimento científico e o trabalho do cientista nos dias atuais.

Apresentamos no Quadro 3.1 essa relação entre os grupos mostrando como uma percepção mais aceita sobre a NdC se contrapõe a uma ideia estereotipada, podendo ser utilizada para auxiliar na sua desmistificação.

Quadro 3.1 - Relação entre as ideias a serem evitadas e as mais aceitas em relação à NdC.

<b>Estereótipos a serem evitados</b>	<b>Ideias mais aceitas</b>	<b>Relações</b>
Empírico-indutivista e atórica	Construção de conhecimento	A percepção de que o conhecimento é construído através do tempo, de diferentes formas e apoiado por teorias e hipóteses prévias, vem opor a ideia de uma ciência atórica calcada em um método empírico-indutivista, que teria por objetivo desvendar a natureza (descoberta e invenções científicas).
	Reconhecimento de teorias e hipóteses	
Rígida do fazer ciência	Não existe um método único	A percepção da não existência de um método universal e rigoroso a ser seguido auxilia no reconhecimento da falibilidade na ciência.
Aproblemática e ahistórica	Construção de conhecimento	O reconhecimento da ciência como tradição cultural e que sua construção

<b>Estereótipos a serem evitados</b>	<b>Ideias mais aceitas</b>	<b>Relações</b>
	Tradição cultural e histórica	se modifica através do tempo, principalmente com a ideia de ciência que se tem em determinadas épocas, é essencial para a desconstrução de uma percepção aproblemática e ahistórica do conhecimento científico.
Exclusivamente analítica e reducionista	Estudar fenômenos	Perceber que um dos papéis da ciência é o estudo de fenômenos naturais, na tentativa de conhecê-los e explicá-los, através da pesquisa, auxilia na desmistificação da redução da ciência às disciplinas escolares. Além disso, conhecer os processos da pesquisa, da construção da ciência, e não apenas de seus resultados também contribui para uma visão não-analítica da NdC.
Estudo dos fenômenos da natureza (disciplina)		
Acumulativa e de crescimento linear	Conhecimento é transitório	Reconhecer que o conhecimento sofre rupturas e descontinuidades, contribui para a desmistificação de uma visão estritamente linear e acumulativa do conhecimento.
Individualista e elitista	Consideração de fatores humanos	Reconhecer a ciência como uma atividade coletiva e com a presença de uma comunidade científica, contrapõem a ideia de uma ciência individualista. Já o reconhecimento de fatores humanos, como a criatividade, subjetividade, vontades do cientista como uma pessoa comum, vem para desmistificar a imagem elitista, de uma ciência produzida por uma minoria superdotada de inteligência e superior aos demais.
	Comunidade científica	
	Cientista é pessoa comum	
Socialmente neutra da ciência	Não neutralidade da ciência	Reconhecer que aspectos externos à ciência influenciam na construção do conhecimento mostra que a ciência não é neutra. Além disso, esse aspecto contribui para a percepção de uma ciência que, ao ser influenciada por outros fatores nem sempre buscará promover o bem-estar da sociedade.
Utilitarista		

#### d) Possíveis influenciadores das ideias sobre a NdC e sobre o trabalho científico nos trabalhos pesquisados

Durante a análise dos trabalhos, verificamos que alguns autores apresentam alguns possíveis meios influenciadores das concepções deformadas da NdC. Dos 113 trabalhos pesquisados, 30 apresentam possíveis influenciadores dessas visões distorcidas, sendo que um mesmo trabalho aponta mais de um meio influenciador. A Figura 3.6 apresenta a relação desses possíveis influenciadores e o número de trabalhos nos quais eles foram citados.

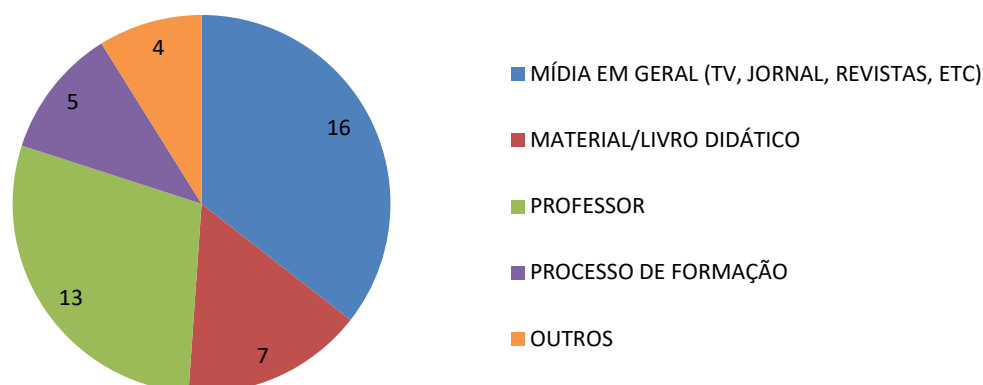


Figura 3.6 - Possíveis influenciadores de visões deformadas da NdC.

A mídia e o consumo informal de ciência<sup>34</sup> são considerados pelos pesquisadores a principal influência, especialmente entre os mais jovens, uma vez que filmes e desenhos animados

como o Laboratório de Dexter [por exemplo] o atrai, entretém. Pode apresentar uma visão estereotipada do cientista e da ciência, mas essa visão só permanece enquanto estimula a imaginação sobre algo pouco conhecido. [...] A criança que tem muito contato com imagens veiculadas pela televisão parecem mesmo construir concepções de ciência e de cientista baseadas na referência concreta: os estereótipos representados pelos personagens dos programas de televisão. (ROSA *et al.*, 2003, p. 12)

Por outro lado, Reznik *et al.* (2014) ao analisarem as notícias de um telejornal durante um ano, trouxeram algumas considerações que contrariam a ideia do isolamento do cientista, mostrando que estes trabalham de forma coletiva. Além disso, as matérias abordaram os cientistas em vários ambientes de trabalho, como:

<sup>34</sup> Trabalhos que apresentam a mídia e o consumo informal de ciência como possíveis influenciadores das percepções dos sujeitos em relação à NdC e trabalhos científico: Köhnlein (2003); Rosa *et al.* (2003); Köhnlein e Peduzzi (2005); Machado e Carneiro (2007); Maia *et al.* (2009); Cunha (2010); Avanzi *et al.* (2011); Faria (2011); Cunha e Giordan (2012); Nascibem e Viveiro (2013); Silva *et al.* (2013); Costa e Laganá (2015); Faria *et al.* (2015); Silva *et al.* (2015); Lima *et al.* (2015); Gomes *et al.* (2015)

escritórios e eventos científicos, o que auxilia na desmistificação do laboratório como seu único local de trabalho. Porém, o artigo mostra que alguns estereótipos ainda são disseminados, como a ciência utilitarista que, apesar de apresentar os "*malefícios*" (p.173), foca em seus benefícios; e a tendência em apresentar um estereótipo masculino na ciência, uma vez que "*o número de mulheres entrevistadas nas matérias não condiz com o número de pesquisadoras cadastradas*" (REZNIK *et al.*, 2014, p. 174). Deste modo, podemos verificar que ao mesmo tempo que a mídia pode divulgar conhecimentos que se aproximam das ideias mais aceitas em relação a NdC, ela também pode reforçar alguns estereótipos.

O professor, a sua prática e as formas como os conteúdos são apresentados em sala de aula<sup>35</sup> também são fatores importantes no processo de construção da imagem da ciência e do próprio cientista em seus alunos. Buske *et al.* (2015), por exemplo, viram que quando solicitado para representar um cientista, um dos alunos desenhou a própria professora. Silva e Alves (2007), também perceberam que as concepções de uma monitora do *Club de Ciências* do museu *Emílio Goeldi* foram expressas nas atividades com os mirins (participantes do projeto), podendo influenciar a visão destes. Apesar de não serem os únicos a disseminar essas visões, as concepções do educador se refletem em sua prática (GOMES *et al.*, 2015), sendo importante que ele apresente uma compreensão adequada sobre a ciência.

a predominância da concepção empírico-analítica nas discentes é a impregnação, durante toda a vida escolar, de uma única concepção de ciência, divulgada pelos livros didáticos, pela mídia e, até mesmo, pelos docentes, visto que as concepções destes influenciam a prática pedagógica do ensino de Ciências" (SOUZA; CHAPANI, 2015, p. 954)

Futuros professores também estarão em contato com os jovens nas salas de aula, o que requer que tenham uma percepção que se aproxime das ideias mais adequadas sobre a NdC, para que não disseminem imagens deformadas em seus alunos. Porém, muitas visões distorcidas ainda permanecem entre eles. Borges *et al.* (2001), Ramos *et al.* (2007), Scheid *et al.* (2009), Pereira *et al.* (2013) e Alves *et al.* (2015) indicam a formação desses professores como uma potencial fonte dessas visões, afirmando ser necessário a inclusão de discussões epistemológicas nesse

---

<sup>35</sup> Trabalhos que apontam o professor, a sua prática e/ou as formas como os conteúdos são apresentados em sala de aula como possíveis influenciadores das percepções dos sujeitos: Köhnlein (2003); Köhnlein e Peduzzi (2005); Zompero *et al.* (2005); Jucá *et al.* (2007); Miranda *et al.* (2009); Cunha (2010); Zompero e Arruda (2011); Cunha e Giordan (2012); Cortez (2015); Silva *et al.* (2015); Lima *et al.* (2015); Gomes *et al.* (2015); Buske *et al.* (2015)



nível de ensino, bem como a inserção de aspectos da História da Ciência para que os alunos passem a conhecer seu processo de construção. Esteves e Moura (2009) também colocam que a falta de contato dos licenciandos com a atividade científica pode ser um fator que contribua para essas visões distorcidas, que pode ser agravada pelo grande número de aulas experimentais desses alunos, se acentuando durante a graduação, conforme verificado por Oliveira e Ferreira (2011).

O próprio material/livro didático<sup>36</sup> também é indicado como um fator que leva à mistificação da atividade científica, seja por abordar o conhecimento de maneira rígida e hierarquizada (ALVES *et al.*, 2015), seja por apresentar apenas os resultados da ciência e não o processo pelo qual ele percorreu. Lima *et al.* (2015) aponta inclusive que a maneira como a própria história da ciência presente nos livros pode contribuir para visões deformadas sobre a ciência, e neste caso os autores colocam como exemplo a invisibilidade das mulheres das ciências na história trazida pelos livros.

### **e) Propostas de intervenção para discutir ideias sobre a NdC e sobre o trabalho científico apresentadas nos trabalhos pesquisados**

A fim de verificar possíveis formas de desmistificar as visões distorcidas em relação à NdC e à imagem do cientista, 36 trabalhos apresentaram alguma espécie de intervenção com os sujeitos da pesquisa. As propostas são diversas, por isso apresentam-se exemplos de quais foram essas intervenções devido à relevância destacada pelos autores na promoção de discussões sobre o tema, como: a participação em disciplina sobre História e Filosofia da Ciência (MASSONI; MOREIRA, 2007; MOREIRA *et al.*, 2007; FERREIRA *et al.*, 2011) ou outra disciplina que insere questões históricas, como sobre História da Química (ARAUJO, 2013; NASCIMENTO *et al.*, 2013; LIMA *et al.*, 2015) ou sobre a evolução dos conceitos da física (HYGINO; LINHARES, 2011), sejam estas obrigatórias ou optativas nos cursos de graduação; a criação de uma sequência didática para trabalhar o conceito de conservação de massas no 1º ano do EM (LIMA *et al.*, 2015); a criação de uma sequência didática na disciplina de física que utiliza uma abordagem contextualizada para tratar da mecânica clássica (TEIXEIRA *et al.*, 2001; TEIXEIRA, 2003); o planejamento de um módulo para introduzir aspectos teóricos da Teoria da Relatividade Restrita por meio de uma

---

<sup>36</sup> Trabalhos que apresentam o material/livro didático como possíveis influenciadores das percepções dos sujeitos em relação à NdC e o trabalho científico: Köhnlein (2003); Köhnlein e Peduzzi (2005); Scheid *et al.* (2009); Maia *et al.* (2009); Alves *et al.* (2015); Lisboa *et al.* (2015); Lima *et al.* (2015)

discussão sobre a natureza do trabalho científico (KÖHNLEIN, 2003); o estabelecimento de um momento didático para discussão dos modelos copernicano e ptolomaico com alunos do EM (GOMES *et al.*, 2013); a elaboração de atividades que discutem aspectos históricos e filosóficos na disciplina *metodologia e prática de ensino de química*, na formação de professores (PEIXOTO; MARCONDES, 2003); entre outros.

Além das propostas a serem trabalhadas dentro da sala de aula, foram apresentadas nos trabalhos outras ideias para se discutir a NdC, como: um curso de férias dentro da universidade com professores da educação básica e alunos do ensino médio (VIEIRA *et al.*, 2005); participação de estudantes do EM em projetos de divulgação científica (JUCÁ *et al.*, 2007); visita de alunos (EM e EF) à universidade para conhecer pesquisadores e seu ambiente de trabalho (SCHWANTES, *et al.*, 2011); oficina sobre História da Ciência e formação docente na formação continuada de professores (GONZÁLES, 2011).

De uma maneira geral, os pesquisadores apontam que essas intervenções são significativas para promover a discussão sobre a NdC, principalmente por possibilitar o confronto de diferentes ideias sobre a ciências (HYGINO; LINHARES, 2011; PERON *et al.*, 2011). Além disso, elas impactam em uma melhora significativa nas concepções iniciais dos alunos (PEIXOTO; MARCONDES, 2003; BAPTISTA; CARVALHO, 2015). Porém, algumas dessas concepções estão tão enraizadas como, por exemplo, sobre o método e a experimentação que permanecem ancoradas num empirismo ingênuo (TEIXEIRA *et al.*, 2001; NASCIMENTO, *et al.*, 2013).

Ao estudar atividades que tratam de aspectos da NdC em sala de aula Mota *et al.* (2015) indicam que os textos que abarcam a história da ciência são os materiais didáticos mais empregados na educação, podendo contribuir para que os alunos tenham uma visão diferente (e talvez mais adequada) da construção da ciência em diferentes épocas, principalmente ao apresentar o contexto sociocultural e histórico. Entretanto, Nascimento *et al.* (2013) apontam que o motivo da permanência de algumas ideias sobre a ciência e o trabalho científico pode ser o fato da história da ciência ser um dos poucos espaços para desmistificação da ciência, limitando sua discussão em pontos específicos nas disciplinas da área de ciência, além de não fazer parte de discussões no cotidiano da população.

Ainda assim, foi possível verificar que essas intervenções foram positivas para gerar a discussão de aspectos que muitas vezes são desconhecidos pelos alunos e/ou

professores, e que puderam ter contato com diferentes ideias, opiniões e informações sobre a ciência. Entretanto, acreditamos ser necessária a busca por outros materiais, além do livro didático, que possam promover o acesso de alunos, professores e futuros professores aos processos de construção da ciência da maneira como vivemos atualmente, buscando desmistificar as concepções deformadas sobre a ciência, sua natureza e o próprio trabalho do cientista, como, por exemplo, o próprio texto de divulgação científica (RIBEIRO; SILVA, 2015).

Assim, ao analisarmos os TDC da revista *Ciência Hoje online*, buscaremos verificar se as características relacionadas à NdC, abordadas nesse recurso, apresentam uma imagem mais próxima de visões estereotipadas ou de visões consideradas mais aceitas *sobre* a ciência e o trabalho científico.

## CAPÍTULO 4

# A NATUREZA DA CIÊNCIA NA REVISTA CIÊNCIA HOJE ONLINE

Nunca verei nada de todos os lugares possíveis ao mesmo tempo; cada vez vejo de um determinado lugar, vejo um aspecto e vejo numa perspectiva. E eu vejo significa que eu vejo porque eu sou eu e não vejo somente com meus olhos; quando vejo alguma coisa toda a minha vida está encarnada nesta visão, neste ato de ver. (CASTORIÁDIS, 1982, p. 53)

Considerando o TDC como um importante veículo de informações de ciência e sobre ciência, bem como suas possibilidades de uso na educação, nos voltamos para os artigos da revista *Ciência Hoje online* selecionados, a fim de analisar que aspectos da NdC são veiculados nos textos que retratam o conteúdo de ciências da natureza (química, física e biologia). Neste capítulo apresentamos o percurso metodológico percorrido para identificar, selecionar e analisar os TDC da revista, bem como discutimos que características *sobre* a ciência são apresentadas nesses textos e quais as percepções *sobre* sua natureza elas podem fomentar no leitor.

### 4.1 Percurso Metodológico

Para esta análise optamos pela pesquisa qualitativa, que se baseia na compreensão ou interpretação dos fenômenos estudados em sua complexidade pelo pesquisador (GÜNTHER, 2006). Mason (2006) enfatiza o potencial da investigação qualitativa na geração de novas compreensões dos contextos a serem estudados, principalmente no que se refere às experiências sociais, melhorando a capacidade de explicação e generalização dos fenômenos.

Dentre as diversas abordagens da pesquisa qualitativa optamos pela análise fenomenológica – estudo das percepções e compreensões dos significados dos fenômenos a serem estudados (COLTRO, 2000) – em uma perspectiva hermenêutica, em que a compreensão do objeto de estudo se dá através do movimento constante

entre as partes e o todo (MASON, 2006). Nossa *et al.* (2007), apontam que os estudos teóricos com base em textos e documentos, que buscam a compreensão de fenômenos, geralmente realizam um estudo fenomenológico-hermenêutico, pois ele propicia compreender a relação do objeto com o contexto no qual ele se apresenta, buscando compreender o fenômeno em uma estrutura mais ampla do que aquela na qual ele se apresenta.

Este estudo propõe uma reflexão contínua “*sobre a importância, validade e finalidade dos questionamentos*” (COLTRO, 2000, p. 40) realizados na pesquisa, o que abre o objeto de estudo e as percepções obtidas à novas reinterpretações. Essa análise, segundo Filho (2002), se inicia por meio de um objeto de estudo – no nosso caso o TDC – e encaminha-se para uma recuperação da compreensão do seu contexto. O autor aponta que o conhecimento só se dá quando o pesquisador consegue captar as essências do texto, produzindo sentidos de acordo com sua interpretação. Coltro (2000) apresenta o círculo hermenêutico como forma de apropriação do conhecimento, em que há a compreensão do fenômeno como um todo: sua análise, interpretação e, posteriormente, uma nova compreensão.

Trabalhos como o de Silva (2011), que buscou analisar as perspectivas históricas, sociais e semânticas da biblioteca escolar no Brasil através de análise de determinados documentos, e de Gontijo (2016), que estudou aspectos da sociologia da ciência em TDC, apresentaram um enfoque fenomenológico-hermenêutico, pois ela favorece uma ampla interpretação dos materiais a serem analisados (SILVA, 2011), bem como permite que o pesquisador (com base no referencial teórico) se torne um intérprete do texto, buscando decodificar suas informações implícitas, trazendo novas compreensões e sentidos ao conteúdo ali expresso (GONTIJO, 2016).

Optamos por esse estudo, pois buscamos compreender o TDC de uma forma ampla, buscando verificar as concepções de ciência que ele apresenta a fim de trazer novas compreensões para o conteúdo expresso pelos textos, tendo em vista que, além das informações explícitas apresentadas nesses textos, existe outros fatores que podem levar o TDC apresentar informações de determinada maneira, como: o meio ao qual o divulgador pertence, se ele é um cientista ou jornalista; e questões editoriais da revista (atratividade, linguagem, escolhas dos editores, por exemplo); que não podemos desconsiderar durante o processo de análise.

#### **4.1.1 Seleção dos artigos da revista *Ciência Hoje online***

Selecionamos artigos da revista *Ciência Hoje online*, por ser uma revista de grande circulação no meio escolar, parcialmente disponibilizada gratuitamente na *internet* e por apresentar em seus textos menor percentual de erros conceituais, uma vez que grande parte de seus artigos é escrita por cientistas.

Foram selecionados para análise textos publicados na revista no período de Janeiro de 2014 a Abril de 2016. Esse recorte foi realizado por algumas razões:

1ª) O *corpus* analítico estava sendo delimitado no período de Março a Abril de 2016, momento no qual os textos passaram a ser selecionados.

2ª) Entre os meses de Abril e Maio o site do ICH passou por uma reformulação, migrando seu domínio de <cienciahoje.uol.com.br> para <cienciahoje.org.br>, deixando de disponibilizar o conteúdo da revista *online* como uma versão parcial da versão impressa, passando a apresentá-lo como página da *web* (Figura 4.1).



Figura 4.1 - Ilustração da mudança no layout de apresentação do conteúdo da revista CH online

Deste modo: as edições posteriores a Abril de 2016, não mais apresentam a retranca (Figura 4.2) que identifica o conteúdo abordado pelo artigo, necessária para a delimitação do *corpus*.



Figura 4.2 – Exemplo de artigo da revista Ciência Hoje online contendo retranca, que indica a área de conhecimento que o artigo corresponde.

Já as edições anteriores a Jan./Fev. de 2014 apresentam parte da matéria disponível como página da *web* e, ao acessar o link de acesso a versão parcial da revista um erro aparece na tela, impossibilitando a migração para o conteúdo completo (Figura 4.3).

REVISTA CIÊNCIA HOJE (REVISTA) / EDIÇÃO 309 (REVISTA) (NOVEMBRO 2013)

22 NOVEMBRO 2013

**Risco iminente**  
 Lado da CDF pergunta: É possível detectar um aneurisma antes de ele se romper? Existe prevenção para o problema? O neurologista Rubens José Cagliari responde.

*Um aneurisma cerebral é uma dilatação anormal de uma artéria do cérebro, que pode se romper e causar um grave problema para o paciente. (Imagem: Carlos Gusmano/FAIR - CC BY-NC-ND 2.0)*

Pergunta enviada por Simone Silva, por e-mail eletrônico.

Sim, é possível detectar um aneurisma cerebral - como dilatação anormal de uma artéria do cérebro - antes que ele se rompa. Essa seria a situação ideal para o tratamento de um aneurisma e uma situação grave.

**Algumas vezes, o aneurisma não rompido pode desencadear alguns sintomas inespecíficos devido à compressão que causa em estruturas cerebrais vizinhas.**

Algumas vezes, o aneurisma não rompido pode desencadear alguns sintomas inespecíficos devido à compressão que causa em estruturas cerebrais vizinhas, por exemplo, dor de cabeça (cefaléia) persistente, tonturas, vômitos, e, eventualmente, comprometimento de alguma função neurológica.

Quando há suspeita de aneurisma, o diagnóstico pode ser obtido por meio de exames como o angiograma cerebral digital (que mostra as artérias cerebrais) e angiografia por ressonância magnética (que mostra as artérias cerebrais).

Se for confirmado, é importante que se verifique as características locais desse aneurisma, seu tamanho (diâmetro) e profundidade, e a presença de pontos de ruptura, a localização do tronco nervoso, juntamente com as condições locais do paciente, são fatores que podem ajudar a estabelecer a melhor conduta - prevenção clínica, embolização ou cirurgia - para o acompanhamento do caso.

Rubens José Cagliari  
 Neurologista  
 Instituto de Diagnóstico e Referencial Epidemiológico

Texto originalmente publicado na CH 309 (revista-ch/2013/309) (novembro de 2013).

404 - Não foi possível resolver a requisição "revista-ch/2013/309".

Cadastre-se e receba nosso boletim!

Nome:  E-mail:  Enviar

Texto originalmente publicado na CH 309 (revista-ch/2013/309) (novembro de 2013).

Figura 4.3 – Ilustração do erro apresentado pelo site do ICH ao acessar a versão parcial das edições das revistas anteriores a Jan./Fev. de 2014 (exemplo de acesso da edição 309 de Nov. 2013).

3ª) O número de artigos disponibilizados na *Ciência Hoje online* nesse período é significativo de textos com as notícias mais recentes sobre o conhecimento científico e tecnológico, além da maneira como a ciência é produzida nos moldes da sociedade atual. Deste modo, chegamos a um total de 63 artigos disponibilizados na revista *online*, conforme pode ser observado no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 – Artigos disponíveis na revista *Ciência Hoje online* de Abril de 2015 a Janeiro de 2014.

Edição	Vol.	Mês	Ano	Tema da Retranca	Título
335	56	abr	2016	Microbiologia	Benefício Inusitado da Amamentação
				Ecologia	Hidrelétricas na Amazônia
				Física	Monopólos Magnéticos
334	56	mar	2016	Sociologia	Florestan Fernandes e Alfredo Volpi
				História da Ciência	Para Medir o Mundo e suas coisas
				Nutrição	Dietas Vegetarianas
333	56	jan/fev	2016	Economia Sustentável	Produtos da Amazônia
				Física	Luz dos raios cósmicos
				Ecologia	Uma poça de diversidade
332	56	dez	2015	Ciências Ambientais	Glifosato
				Física	Relatividade Geral
331	56	nov	2015	Química	Fotossíntese
				História da Ciência	Placas Fotográficas do Eclíps de Sobral
330	55	out	2015	Bioquímica	Luzes Vivas da Noite

Edição	Vol.	Mês	Ano	Tema da Retranca	Título
				Ciência da Informação	Documentos Digitais
329	55	set	2015	Óptica	Planeta Azul
328	55	ago	2015	Neurobiologia	Menopausa
				Artes	A luz como linguagem no cinema
327	55	jul	2015	Neurobiologia	A gente não quer só comida... Mas ela bem que ajuda
				História	História do Rock and Roll na Antiga União Soviética
				Tecnologia	Iluminação Artificial
326	55	jun	2015	Ecologia Humana e Arqueologia	Presentes do Passado
				Fisiologia	Efeitos da Luz nos Ritmos Humanos
325	55	mai	2015	Engenharia	Maglev-cobra
				História da Arte	Foto-grafia
				Neurologia	Enxaqueca
324	54	abr	2015	Antropologia Física	Por que andamos de pé e não somos peludos?
				Bioquímica	Fotobioquímica da Pele
323	54	mar	2015	Física	Óptica Quântica e a Luz do Século 20
				História da Ciência	Tabela Periódica
				Microbiologia Ambiental	Gigantes Invisíveis
322	54	jan/fev	2015	Psicologia e Saúde Mental	Medo de Dirigir
				História da Ciência	As Múltiplas Faces da Luz
321	54	dez	2014	Medicina e Ciências Ambientais	A Mineração dos Ossos
				Educação	Futebol e Educação
				História da Arte	Quem foi você, geração 80?
320	54	nov	2014	Educação Física	Esporte e atividade física para crianças e adolescentes
				Ciências Sociais	É possível acabar com a pobreza no Brasil?
319	54	out	2014	Saúde Pública	Tuberculose: desafios de um inimigo milenar
				Infectologia	Da infecção à doença
				Saúde Pública	Menos pobreza, menos doença
				Antropologia do Esporte	Vaias e Xingamentos no Futebol
318	35	set	2014	Esporte e Sociologia	A Copa de 2014 e os <i>Cucarachos</i>
				Antropologia Social	Cinco Pontos Sobre <i>Crack</i>
				Neurociências	Colesterol Alto
				Astrofísica	Quando a Vida Surgiu no Universo?
317	53	ago	2014	Ecologia	Pesque-solte
				Sociologia	Futebol e Sociedade no Brasil
				Urbanismo	Mobilidade Urbana
316	53	jul	2014	Fisiologia do Esporte	Da leitura do DNA ao <i>doping</i> genético
				Microbiologia	A Microbiota Humana
315	53	jun	2014	Sociologia	Futebol
				Sociologia da Ciência	Vítimas das Probabilidades
				Biologia	Biologia Sintética
314	53	mai	2014	Sociologia	Pátria de Chuteiras
				Química	Lixo Eletroeletrônico



Edição	Vol.	Mês	Ano	Tema da Retranca	Título
313	53	abr	2014	Física	A Física da Bicicleta no Futebol
				Oceanografia	Lixo nos Mares
				Oceanografia	O que temos a ver com isso?
312	52	mar	2014	Tecnologia	No Limite
311	52	jan/fev	2014	Economia	O Poder Econômico do Esporte
				Ecotoxicologia	No Silêncio dos Mares
				Biologia Evolutiva	A Intensa Vida Sexual das Plantas

Como este trabalho objetiva analisar aspectos da Natureza da Ciência nos TDC, levando em consideração as Ciências Naturais, optamos por aqueles artigos que abordem o conteúdo das disciplinas de física, química e ciências biológicas. Porém, devido ao grande número de textos que abordam temas dessa área (inclusive os de ciências aplicadas), optamos por um fator comum que reduzisse esse número para que pudéssemos realizar uma análise mais profunda, e por isso escolhemos os temas da retranca que representassem as três grandes áreas da ciência, contendo as palavras “física”, “química” e “biologia”<sup>1</sup>.

Além disso, no estudo realizado para composição do referencial teórico, julgamos não ser adequado analisar outras áreas da ciência, como a sociologia, as ciências da informação e a antropologia, por exemplo, pois elas apresentam suas particularidades em relação a seu processo de construção e/ou não são descritas pelo referencial adotado, como os textos referentes a História da Ciência.

Desta forma, os textos a serem analisados foram selecionados conforme a categorização da própria revista, sendo que dos 63 artigos disponíveis 9 foram selecionados para fazer parte do *corpus* analítico deste trabalho. Sendo eles os descritos no Quadro 4.2:

Quadro 4.2 – Artigos selecionados para análise.

Código	Edição	Vol.	Mês	Ano	Tema da Retranca	Título
<b>a</b>	335	56	abr	2016	Física	Monopólos Magnéticos
<b>b</b>	333	56	jan/fev	2016	Física	Luz dos raios cósmicos
<b>c</b>	332	56	dez	2015	Física	Relatividade Geral
<b>d</b>	331	56	nov	2015	Química	Fotossíntese
<b>e</b>	323	54	mar	2015	Física	Óptica Quântica e a Luz do Século 20
<b>f</b>	315	53	ago	2014	Biologia	Biologia Sintética
<b>g</b>	314	53	jun	2014	Química	Lixo Eletroeletrônico
<b>h</b>	313	53	abr	2014	Física	A Física da Bicicleta no Futebol

<sup>1</sup> Apesar de vários temas específicos relacionados à área de “ciências biológicas” (assim como das demais disciplinas), o termo em si não foi encontrado na retranca dos TDC, por isso, utilizou-se como palavra correspondente “biologia” para determinar os artigos que seriam analisados.

Código	Edição	Vol.	Mês	Ano	Tema da Retranca	Título
i	311	52	jan/fev	2014	Biologia Evolutiva	A Intensa Vida Sexual das Plantas

#### 4.1.2 A Análise Textual Discursiva

Buscando uma metodologia que possibilite expressar novas compreensões em relação ao objeto de estudo, ou *corpus* analítico, optamos pela Análise Textual Discursiva (ATD), descrita por Moraes e Galiazzi (2011). Isso porque essa estratégia metodológica busca construir categorias que não precisam ser excludentes (SANTOS; DALTO, 2012), oferecendo um olhar mais abrangente em relação ao *corpus* – produções linguísticas que referenciam um fenômeno em determinado contexto e tempo, no nosso caso os TDC selecionados para análise.

Moraes e Galiazzi (2011) colocam a ATD como um processo de construção de novas compreensões que emergem a partir de uma sequência recursiva, em que há a desconstrução do *corpus* analítico (unitarização), o estabelecimento de relações entre as unidades (categorização) e a emergência da nova compreensão (validação). Os autores comparam esse processo a uma

“[...] *uma tempestade de luz*. O processo analítico consiste em criar as condições de formação dessa tempestade em que, emergindo do meio caótico e desordenado, formam-se *flashes* fugazes de raios de luz iluminando os fenômenos investigados, que possibilitam, por meio de um esforço de comunicação intenso, expressar novas compreensões atingidas ao longo da análise.” (MORAES, 2013, p. 192).



Figura 4.4 - Ciclo da Análise Textual Discursiva.

Fonte: MORAES e GALIAZZI, 2011, p. 41, adaptado.

A primeira etapa da ATD é a unitarização (MORAES; GALIAZZI, 2011), em que há desmontagem dos textos do *corpus* a fim de examiná-los em seus detalhes,

fragmentando-os até alcançar suas unidades de significado. É nesse momento que o pesquisador estabelece uma relação íntima com seus dados, olhando para eles de varias maneiras, apoiado pelo seu referencial teórico, descrevendo esses dados intensamente, a fim de construir interpretações, atribuindo-lhes significados.

A segunda etapa desta análise é o processo de categorização das unidades de significado, estabelecendo relações entre elas, organizando-as e agrupando-as a fim de “*expressar novas compreensões dos fenômenos investigados*” (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 74). As categorias podem ser definidas antes da análise inicial, conduzindo a categorias *a priori*, podem ser construídas a partir dos dados obtidos após a análise, fornecendo categorias emergentes, ou ainda de forma mista, mesclando categorias *a priori* e emergentes. Neste trabalho optamos pela produção de categorias emergentes, pois elas são construídas ao longo do processo de unitarização, possibilitando uma compreensão mais profunda do fenômeno (MORAES; GALIAZZI, 2011), o que evita a criação de hipóteses e expectativas que influenciem o processo de análise inicial. Posteriormente, essas categorias foram classificadas de acordo com as percepções sobre a NdC, no qual se caracteriza uma categorização emergente.

É no estabelecimento das categorias que o pesquisador busca validar sua produção, descrevendo com maior amplitude e precisão os resultados da sua investigação. Nesta última etapa o pesquisador expressa através do metatexto a compreensão atingida nas etapas anteriores, suas intuições e novos entendimentos em relação ao fenômeno estudado. Moraes e Galiazzi (2011) apontam que é no movimento da escrita do metatexto que o pesquisador é desafiado a expressar seus pensamentos e argumentos originais de forma clara e organizada. Esses argumentos vão além das bases do referencial teórico, pois é necessário o investimento no pensamento próprio, “*é conseguir enxergar além do que o discurso dominante permite*” (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 213).

Deste modo, acreditamos que a Análise Textual Discursiva é uma potencial ferramenta para análise do corpus desta pesquisa, na medida em que pode nos possibilitar uma melhor compreensão em relação ao conteúdo sobre ciência nos TDC, através da unitarização e emergência de categorias significativas e na validação e construção de suas relações com o referencial teórico aqui descrito e as pesquisas na área de ensino sobre as concepções dos alunos sobre a ciência. Através da

Figura 4.5 é possível ter um panorama geral do percurso metodológico deste trabalho, da seleção à análise dos textos.

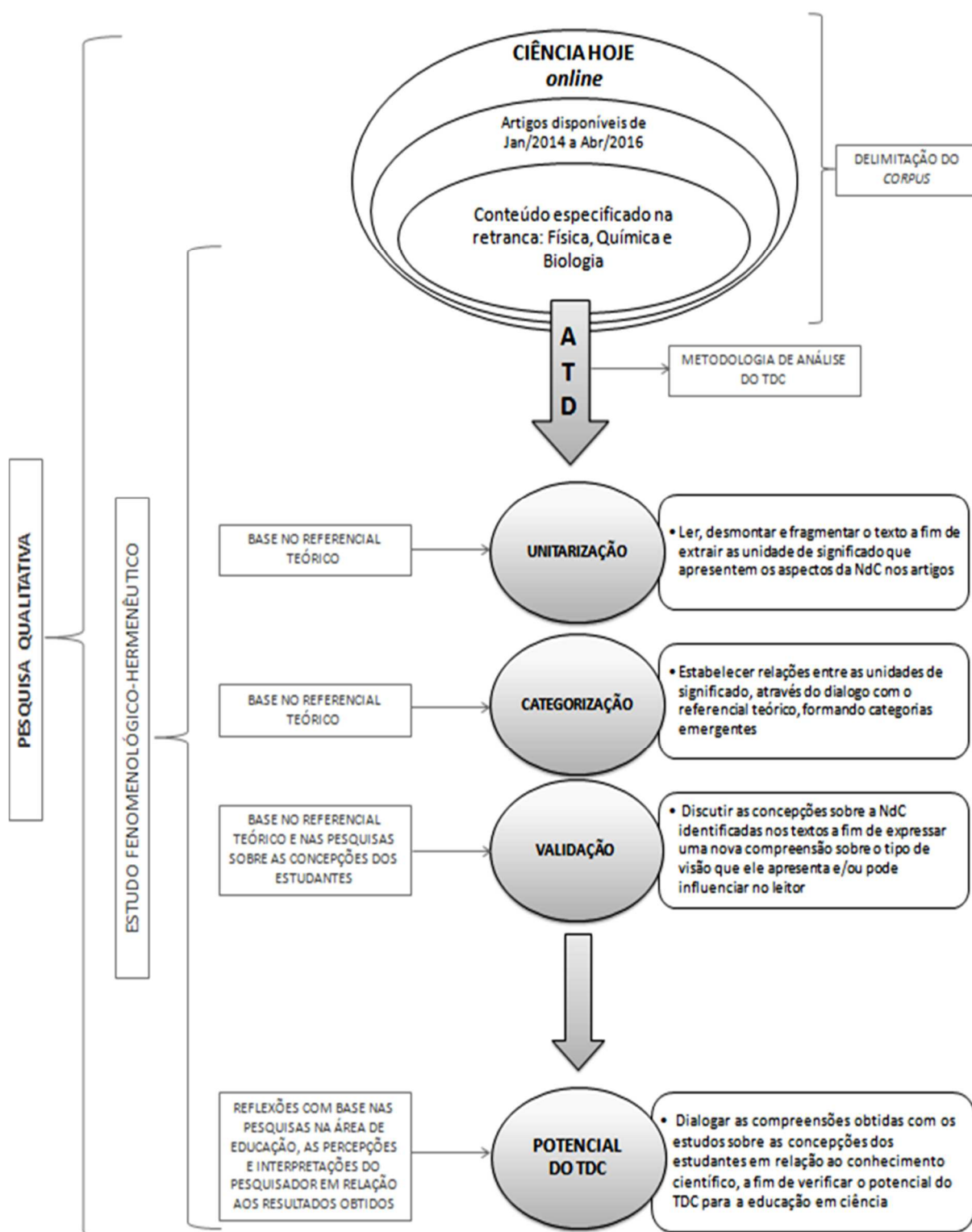


Figura 4.5 - Fluxograma de análise

## 4.2 Análise de TDC da revista *Ciência Hoje online*

Após a seleção, foi realizada a leitura criteriosa dos textos, dando início ao processo de unitarização, em que foram selecionados trechos que trazem características da NdC e que remetem ao trabalho científico. Com isso, tecemos considerações sobre essas características, com base nos referenciais teóricos deste trabalho (Capítulo 2), no qual algumas palavras foram se destacando e orientando as discussões dos excertos, o que posteriormente orientou a criação das categorias principais.

Durante o agrupamento dos fragmentos dos textos de acordo com as características da NdC que eles apresentam (processo de categorização), foi possível verificar que eles trazem consigo diferentes percepções em relação à ciência, que se aproximam ou se afastam das ideias estereotipadas/deformadas *sobre* as ciências e que podem influenciar o leitor em geral em relação à NdC e o trabalho científico: reforçando estereótipos já existentes ou auxiliando na desmistificação dos mesmos.

Apresentamos a seguir um breve resumo dos textos analisados nesta pesquisa a fim de que se tenha um panorama geral sobre o assunto tratado e, posteriormente, os resultados da análise desses textos<sup>2</sup>.

### 4.2.1 Um breve resumo dos TDC

#### a) Monopolos Magnéticos: a longa busca por um ‘Norte’ ou ‘Sul isolados

Clodoaldo Irineu Levartoski de Araujo, coordenador do Laboratório de Spintrônica e Nanomagnetismo (LabSpin), do Departamento de Física da Universidade Federal de Viçosa-MG, apresenta o estudo de pesquisadores dos chamados monopolos magnéticos, abordando conceitos de magnetismo e eletricidade.

O texto publicado em abril de 2016 inicia-se com a informação de que, desde a primeira observação de atração e repulsão na história até os dias de hoje, não foram encontradas evidências de polos isolados na natureza. No segundo tópico, intitulado *Gelos de Spin*, é apresentada a base teórica que prevê a existência dos monopólos

---

<sup>2</sup> Os formulários com o processo de análise individual de cada texto se encontram no Apêndice 2 deste trabalho, em que poderão ser verificados: as informações do TDC, os fragmentos analisados e as palavras que se destacaram durante esse processo e que deram origem às categorias, bem como as percepções sobre a NdC que elas podem influenciar no leitor.

magnéticos e o interesse dos cientistas nessa área, informando que partículas análogas a esse material foram desenvolvidas em laboratório.

Posteriormente, o autor explica os procedimentos realizados para a simulação dessas partículas análogas aos monopólos magnéticos através de um arranjo de ímãs que funcionam através de um *sistema frustrado*.

No tópico denominado *barras nanométricas*, é expressa a dificuldade de reproduzir esses análogos, no entanto, o texto informa que estudos que visam o desenvolvimento e a fabricação desses materiais estão sendo realizados.

Em seguida são apresentadas as perspectivas para a área, com o desenvolvimento e aplicações dos análogos aos monopólos magnéticos, e o texto também reforça a busca desse fenômeno na natureza.

Por fim, no box *mais liberdade para os monopolos* o autor apresenta os estudos que estão sendo realizados no LabSpin, bem como as parcerias e os resultados obtidos nas pesquisas.

## **b) Luz dos Raios Cósmicos: como dois tipos de radiação luminosa ajudam a entender esses mensageiros do universo**

O texto publicado na edição de janeiro/fevereiro de 2016 e escrito por Daniela Maurício, pesquisadora do Observatório de Raios Cósmicos Pierre Auger, apresenta o estudo da radiação através da fluorescência e do efeito Cherenkov realizados no observatório. Inicialmente é realizada a descrição do fenômeno da fluorescência para introduzir o conceito de um "chuveiro atmosférico" e da importância em se medir a intensidade dessa luz.

No tópico chamado *Efeito Cherenkov* é apresentado esse conceito e como ele pode auxiliar no estudo dos raios cósmicos, além de serem descritos: os processos realizados na pesquisa, como essa luz é formada e como ela pode ser detectada através de equipamentos específicos.

Em *observatório nos pampas*, o texto informa que muitos estudos já haviam sido realizados, mas que ainda traziam uma série de incertezas. Apresentando, assim, questões e hipóteses que motivaram a construção do Observatório Auger, para estudar e detectar partículas cósmicas.

Posteriormente são descritas as técnicas e condições necessárias para detectar a luz de fluorescência produzida pelos chuviscos atmosféricos, bem como o equipamento *olho de mosca*, utilizado no observatório. Assim como no tópico *tanques*

*de água ultrapura*, que descrevem os instrumentos e técnicas necessárias para a detecção da luz Cherenkov, bem como as etapas do processo de captação e emissão de sinais que permitem a coleta dos resultados.

Por fim, no quadro *luz azulada em uma garrafa*, é apresentado um pouco sobre a vida e o trabalho de Cherenkov, dando ênfase às hipóteses, caminhos e resultados aos quais ele e seus colegas chegaram e que auxiliaram os estudos atuais nessa área.

### **c) Relatividade Geral: uma janela centenária para os mistérios do universo**

Publicado em dezembro de 2015, o texto de Daniel Vanzella, professor do Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo, apresenta como a teoria da relatividade geral se desenvolveu e modificou a maneira como a ciência estuda determinados fenômenos. São apontadas questões históricas do desenvolvimento da teoria e os percalços e evidências que corroboraram na sua construção.

Inicialmente é introduzido o princípio da equivalência e como ele foi formulado. Posteriormente, é apresentado o conceito de *espaço-tempo* e alguns aspectos gerais da teoria da relatividade restrita, no qual foi exemplificado como ela mudou o modo o qual pesquisadores explicavam determinado fenômeno, como a queda da maçã de uma árvore ou em relação às órbitas dos planetas, através da *geometria distorcida* do espaço-tempo.

No tópico *mercúrio e o desvio da luz* é apresentado uma das implicações da teoria da relatividade: a explicação de uma anomalia na órbita de Mercúrio, que não era totalmente explicada pela gravitação de Newton. Outra implicação dessa teoria é apresentada em *energia e matéria escuras*: a ideia de que o universo é estático e eterno não condizia com os cálculos do pesquisador, que mostravam que ele estaria se expandindo ou se contraindo. Já em *o mais antigo dos mistérios*, explica-se o surgimento de uma singularidade através da explosão ("*morte*") de uma estrela, que daria origem ao buraco negro.

Por fim, no tópico *novo paradigma?*, são apontadas algumas controvérsias entre os cientistas que acreditam que uma nova teoria para a gravidade, que abarque tanto os conceitos da relatividade quanto da física quântica, possa suplantar a existente ou que ambas as teorias devam ser reformuladas.

#### **d) Fotossíntese: reações luminosas? Não..., mas requerem luz**

Ricardo Moreira Chaloub, professor associado vinculado ao Departamento de Bioquímica do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), aborda o tema fotossíntese em um TDC publicado em novembro de 2015.

Na introdução são apresentadas desde as primeiras evidências do oxigênio na atmosfera até os dias atuais, explicando as reações que ocorrem nos organismos fotossintéticos e as substâncias necessárias para tal.

O tópico *os perigos da luz*, aponta que luz em excesso pode causar a fotoinibição, que danifica os genes das plantas, trazendo problemas para o processo de fotossíntese.

Por fim, em *os segredos revelados*, são apresentados processos que estão sendo utilizados para o estudo dessas reações, como a utilização da fluorescência. Trata-se de um TDC com uma abordagem que se refere à explicação de conceitos em torno do fenômeno da fotossíntese, trazendo informação mais conceituais e com um último tópico relacionado a pesquisas na área.

#### **e) Óptica Quântica e a Luz do Século 20**

O artigo de Luiz Davidovich, professor do Instituto de Física da UFRJ, publicado em março de 2015, relata as teorias que permitiram o desenvolvimento do primeiro *laser*, bem como estudos em torno desse instrumento e o que sua aplicação possibilitou construir até o momento.

Na introdução do TDC é apresentado um panorama histórico sobre os conceitos e teorias que estudaram e ainda estudam a luz e seus efeitos. Em seguida é explicado que a luz poderia ser interpretada tanto pela teoria ondulatória quanto pela corpuscular, ou seja, a  *fusão de teorias*  para estudar seu comportamento dual (onda/partícula),

No tópico *emissão estimulada*, são apresentadas as primeiras aplicações práticas possibilitadas com os conceitos do fóton, com base na emissão estimulada de radiação por microondas – o *maser*. Logo em seguida, descreve diferentes pesquisas que possibilitaram a construção de *lasers* e os princípios básicos para o seu funcionamento.

Em *diferenças profundas*, são apontados questionamentos que levaram aos estudos de novas fontes de luz e o conseqüente desenvolvimento da teoria quântica.



Já no tópico *a luz do século*, são relatadas as diversas aplicações de diferentes tipos de *lasers* nas mais diversas áreas.

Por fim, em *informação quântica*, é contado como os estudos relacionados ao *laser* puderam possibilitar o paradigma da física quântica e suas implicações para as mais diversas áreas, como a computação, por exemplo.

#### **f) Biologia Sintética**

Publicado em agosto de 2014, o TDC de Rafael Silva Rocha e Tie Koide, ambos do Departamento de Bioquímica e Imunologia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP, apresentam um panorama das pesquisas realizadas no campo da biologia sintética; o funcionamento e processos utilizados no desenvolvimento dos organismos; suas aplicações e impactos na sociedade.

Na introdução são diferenciadas as áreas da engenharia genética e da biologia sintética, bem como explicado o funcionamento de cada uma delas. Além disso, apresenta *o desafio da reprogramação dos seres vivos*: estudos que estão sendo realizados no campo da biologia sintética e algumas possíveis aplicações.

O tópico *regulação gênica*, apresenta implicações da biologia sintética para o estudo de circuitos gênicos nas células, a fim de compreender o funcionamento do sistema biológico.

Em *criatividade responsável*, é apresentada uma metodologia que permite sintetizar o genoma em laboratório. Finalizando com a divulgação de uma competição anual de máquinas modificadas geneticamente para alunos do mundo, alertando para a necessidade de incentivar os jovens a conhecerem e se interessarem por essa área da ciência.

#### **g) Lixo Eletrônico: uma questão crítica para a saúde e o ambiente**

O texto publicado em junho de 2014, escrito por Júlio Carlos Afonso, professor do Departamento de Química Analítica do Instituto de Química da UFRJ, apresenta problemas ambientais gerados pelo crescimento do consumo de dispositivos eletrônicos e seu descarte inadequado. Apesar de trazer muitas considerações para a construção de uma consciência ambiental no leitor, o texto aborda poucas informações sobre pesquisas na área, pelo próprio fato de ela ainda ser uma área nova de pesquisa.

Na introdução, o TDC indica a preocupação com o aumento do consumo de eletrônicos e, conseqüentemente, do lixo gerado com a obsolescência<sup>3</sup> (programada ou perceptiva) desses aparelhos, gerando toneladas de resíduos que contém metais pesados e outras substâncias tóxicas no meio ambiente.

No tópico *da produção ao descarte*, são apresentados estudos que mostram os impactos causados não apenas pelo descarte do lixo eletrônico, mas também como pela extração de insumos para sua produção.

*O panorama no Brasil*, expõem o crescimento do consumo de eletrônicos no país e algumas políticas para o descarte/destinação desses produtos. Além disso, aponta uma deficiência da pesquisa brasileira nesse setor, o que faz com que muito do material que poderia ser reciclado acabe sendo descartado inadequadamente.

Por fim, em *superação de desafios*, o TDC apresenta um panorama geral de como outros países tratam o seu lixo eletrônico, destacando que o maior desafio a ser superado é a conscientização da população para os problemas ambientais (e inclusive de saúde) trazidos pelo descarte inadequado do lixo, incentivando a coleta seletiva espontânea e o consumo consciente.

## **h) A Física da Bicicleta no Futebol**

Marcos Duarte, professor do curso de Engenharia Biomédica da Universidade Federal do ABC, em São Paulo, apresenta uma pesquisa que envolve a física e o futebol, publicado em abril de 2014. Esse estudo foi realizado a partir de vídeos e imagens do movimento do chute de bicicleta, realizado por Pelé, em que são utilizados conceitos da física, principalmente relacionado a conservação da quantidade de movimento angular, para explicar o fenômeno e buscar entender como ele pode ser aprimorado.

O tópico *conservando o movimento*, apresenta a lei de conservação de movimento angular, mencionando que é a partir dela que se pode explicar alguns movimentos no futebol (e também em outros esportes). Também é descrito a forma como o movimento de bicicleta realizado por Pelé funciona, *como uma tesoura*. Desse modo, o texto começa a explicar, do ponto de vista da mecânica, como a quantidade de movimento se conserva quando o corpo do atleta está no ar.

---

<sup>3</sup> A obsolescência programada é uma decisão de fabricar um produto que se torne obsoleto ou não funcional após um tempo, forçando o consumidor a comprar um novo produto. Enquanto a perceptiva é uma forma de reduzir a vida útil de um produto funcional (lançando novas gerações com pequenas mudanças visuais ou com novas funções), induzindo o consumidor a realizar a troca do aparelho.

Em *corpo dividido*, é apresentada a hipótese de que Pelé buscava uma forma mais eficiente para executar a bicicleta, alterando a quantidade de movimento angular de cada segmento do corpo, sendo utilizado um vídeo para analisar quadro a quadro a imagem do chute do atleta para realizar a verificação. Assim, é possível apontar a *questão-chave* para a realização do chute.

O tópico *ação e reação*, explica o porquê do movimento com a tesoura ser necessário para a realização do chute, através da aplicação da terceira lei de Newton. Já em *equilíbrio no ar*, são apresentadas explicações sobre como manter cabeça e tronco estáveis no ar ao realizar o chute, a fim de anular as forças nos quadris e manter o equilíbrio. Por fim, em *parceira de jogada*, o TDC apresenta duas características *do chute de bicicleta perfeito*.

### **i) A Intensa Vida Sexual das Plantas**

Publicado em janeiro/fevereiro de 2014, o texto de Carlos Roberto Fonseca, professor do Departamento de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, apresenta pesquisas que verificaram que o conceito de seleção sexual, proposto ao reino animal por Darwin, também pode ser aplicado às plantas. Esses estudos vêm apontando como se dá a fecundação das plantas, a mudança de sexo, entre outros fatores.

O tópico *a chave do enigma*, apresenta algumas dificuldades na explicação de determinados fenômenos através da teoria da seleção natural que puderam ser explicadas pelo conceito da seleção sexual, antes restrito ao reino animal.

*Guerra do sexo*, como o próprio nome diz, traz informações sobre a competição entre plantas de uma mesma espécie e não apenas de espécies competidoras. Apresenta também o conceito do princípio de Bateman<sup>4</sup>, que ajuda a explicar porque algumas plantas mudam de sexo ao longo da vida.

Em *disputa entre machos*, é explicado com mais detalhes como se dá a disputa entre os machos no sentido da reprodução, da atração de polinizadores e da maior taxa de sucesso de transferência de pólen, que impacta, inclusive no tamanho das pétalas das flores, na sua coloração, entre outros aspectos. Já em *escolha pelas fêmeas*, é explicado que o órgão reprodutor da planta quem *escolhe* o pólen,

---

<sup>4</sup> A fêmea possui menor taxa reprodutiva potencial por investir mais na prole, enquanto o sucesso reprodutivo dos machos seria determinado pelo número de cópulas.

modificando quimicamente o meio fazendo com que apenas os mais vigorosos permaneçam.

Por fim, em *Darwin redimido?*, o TDC finaliza sugerindo que, mesmo que Darwin tenha definido o conceito de seleção sexual apenas para os animais, ele parecia já ter ideia que as plantas também poderiam ter o comportamento estudado através do mesmo.

#### **4.2.2 Sobre os autores**

Através da do currículo lattes dos autores e autoras dos textos foi possível notar que eles estão vinculados a departamentos e laboratórios de Universidades, que são pesquisadores que atuam principalmente no ensino superior como professores-pesquisadores. Desta forma, podemos sugerir que as ideias de ciência apresentadas nos textos refletem, mesmo que de forma inconsciente, a maneira como o próprio cientista vê a ciência, como ele vivencia a sua pesquisa e enxerga o seu trabalho.

Não negamos que existem interferências durante a revisão do TDC, por jornalistas e editores da revista, e que uma ideia escrita de uma forma diferente pode impactar totalmente o sentido que se pretendia da a determinado assunto (isso será discutido durante as análises dos textos). Porém, as informações ali colocadas e privilegiadas, foram inicialmente pensadas e escritas pelos próprios pesquisadores, representando a forma como eles fazem e percebem a ciência produzida.

#### **4.2.3 Características da NdC presentes nos TDC**

Conforme descrito no percurso metodológico, o primeiro momento de nossa análise foi a unitarização dos textos, em que emergiram as categorias principais, as quais apontamos como sendo as características da NdC identificadas nos textos, com base no estudos e discussões epistemológicos. Sendo essas:

1. Presença de leis, teorias e hipóteses científicas
2. Diálogo entre observação, experimentação e teoria
3. Quebra de paradigma
4. Finalidade da pesquisa/ciência
5. Presença de suposições e hipóteses na construção do conhecimento
6. Questionamentos e motivações da ciência
7. Implicações da pesquisa científica/teorias
8. Aspectos históricos e temporais na construção do conhecimento

9. Relação ciência e tecnologia
10. Descrição de procedimentos metodológicos e processos de tomada de dados
11. A pesquisa gera resultados
12. Dificuldades enfrentadas no fazer ciência
13. Presença de controvérsias científicas
14. O trabalho coletivo na ciência
15. Publicações científicas
16. Influência de outros trabalhos na construção do conhecimento
17. Menção ao prêmio Nobel

Após esse primeiro momento, em que obtivemos “*categorias muito específicas, restritas e em grande número*” (MORAES, 2005, p. 94), é que foi possível verificar as semelhanças entre as características abordadas por elas, o que propiciou uma recategorização, com “*categorias cada vez mais amplas e em menor número*” (p. 94), que podem ser verificadas no Quadro 4.3. Nesse quadro também indicamos as percepções sobre a NdC que as características identificadas podem proporcionar ao leitor, além dos respectivos TDC nos quais cada uma delas foram observadas. Portanto, nem todas as categorias, subcategorias e percepções foram verificadas em todos os TDC analisados.

Quadro 4.3 – Relação das categorias principais e subcategorias que apresentam as características da NdC encontradas nos TDC e as percepções de ciência que elas podem acarretar no leitor.

CATEGORIAS	SUBCATEGORIAS	PERCEPÇÕES QUE AS CARACTERÍSTICAS DA NdC PODEM ACARRETAR				
	CARACTERÍSTICAS DA NdC	QUE SE APROXIMAM DAS IDEIAS MAIS ACEITAS	TDC	QUE SE AFASTAM DAS IDEIAS MAIS ACEITAS	TDC	
<b>DIMENSÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA</b>	Papel das teorias na elaboração de hipóteses e observação dos fenômenos	Construção do conhecimento	a, b, d	Rígida do fazer ciência	b, h	
		Reconhecimento de teorias e hipóteses	a, b, d, h	Acumulativa e de crescimento linear	b, h	
		Não existe um método único	a, b, e, f			
		Estudar fenômenos	a, e, f			
		Conhecimento é transitório	b, c, d, e, h			
		Consideração de fatores humanos	d			
		Comunidade científica	a, h			
		Não neutralidade da ciência	h			
		Limitações	h, i			
	Procedimentos e processos de tomada de dados	Construção do conhecimento	a, f		Empírico-indutivista e ateórica	b, i
		Reconhecimento de teorias e hipóteses	h		Rígida do fazer ciência	h
		Estudar fenômenos	b, d, h		Tecnologia como produto da ciência	f
		Fatores humanos	f			
		Limitações	f, g, h			
Relação C&T		a, b, c, d, e, f, g, i				
<b>DIMENSÃO MOTIVACIONAL</b>	Questionamentos e motivações da ciência	Construção do conhecimento	a, b, f			
		Reconhecimento de teorias e hipóteses	h			
		Estudar fenômenos	a, b, e, f			
		Consideração de fatores humanos	a, e			
		Comunidade científica	a			
	Finalidades da pesquisa/ciência	Construção do conhecimento	c		Empírico-indutivista e ateórica	a, b, c, d, e, i
		Reconhecimento de teorias e hipóteses	c		Rígida do fazer ciência	a, b, c, d, e, i
		Estudar fenômenos	f, b		Aproblemática e ahistórica	c
					Exclusivamente analítica e reducionista	c
					Acumulativa e de crescimento linear	b
			Individualista e elitista	a		

CATEGORIAS	SUBCATEGORIAS	PERCEPÇÕES QUE AS CARACTERÍSTICAS DA NdC PODEM ACARRETAR			
	CARACTERÍSTICAS DA NdC	QUE SE APROXIMAM DAS IDEIAS MAIS ACEITAS	TDC	QUE SE AFASTAM DAS IDEIAS MAIS ACEITAS	TDC
<b>DIMENSÃO RESULTANTE</b>	A pesquisa gera resultados	Construção do conhecimento	g, i	Empírico-indutivista e ateuca	b, i
		Reconhecimento de teorias e hipóteses	i	Rígida do fazer ciência	g
		Tradição cultural e histórica	c		
		Estudar fenômenos	b, d, g, i		
		Conhecimento é transitório	b, c, i		
		Consideração de fatores humanos	c		
		Cientista é pessoa comum	d		
		Não neutralidade da ciência	c, g		
		Relação C&T	b, f, i		
	Limitações	a, b, d, g, h			
	Implicações e aplicações da pesquisa	Construção do conhecimento	b, c, i	Empírico-indutivista e ateuca	e, f, i
		Reconhecimento de teorias e hipóteses	a, b, e	Rígida do fazer ciência	i
		Tradição cultural e histórica	c, e	Aproblemática e ahistórica	b
		Estudar fenômenos	b, e, i	Exclusivamente analítica e reducionista	a
		Conhecimento é transitório	a, b, c, e	Acumulativa e de crescimento linear	a, b, e
		Comunidade científica	e, f	Individualista e elitista	b, i
		Não neutralidade da ciência	f, g	Utilitarista	f
		Limitações	b, i		
Fatores externos	e, f				
<b>DIMENSÃO HISTÓRICO-TEMPORAL</b>	Aspectos culturais e temporais na construção do conhecimento	Construção do conhecimento	e	Empírico-indutivista e ateuca	b
		Tradição cultural e histórica	a, c, i	Rígida do fazer ciência	c
		Estudar fenômenos	e	Aproblemática e ahistórica	b
		Conhecimento é transitório	a, c	Acumulativa e de crescimento linear	i
		Comunidade científica	i	Individualista e elitista	b, i
	Presença de controvérsias científicas e a quebra do paradigma	Construção do conhecimento	c, i	Empírico-indutivista e ateuca	c, e
		Reconhecimento de teorias e hipóteses	c, e	Rígida do fazer ciência	c, e
		Não existe um método único	e	Aproblemática e ahistórica	c
		Estudar fenômenos	c	Acumulativa e de crescimento linear	c, e, i
		Conhecimento é transitório	c, e, f, i		
		Consideração de fatores humanos	c, f		
		Comunidade científica	c, e, f, i		
		Cientista é pessoa comum	c, f		
		Não neutralidade da ciência	c		

CATEGORIAS	SUBCATEGORIAS	PERCEPÇÕES QUE AS CARACTERÍSTICAS DA NdC PODEM ACARREJAR			
	CARACTERÍSTICAS DA NdC	QUE SE APROXIMAM DAS IDEIAS MAIS ACEITAS	TDC	QUE SE AFASTAM DAS IDEIAS MAIS ACEITAS	TDC
<b>DIMENSÃO SOCIAL E COLETIVA</b>	As relações na ciência	Construção do conhecimento	e	Rígida do fazer ciência	e
		Comunidade científica	a, b, c, d, e, f, g	Aproblemática e ahistórica	e
				Individualista e elitista	a, e
	Publicações científicas	Construção do conhecimento	a, c, e, f	Individualista e elitista	c, e
		Reconhecimento de teorias e hipóteses	a, c, e, f	Aproblemática e ahistórica	c
		Estudar fenômenos	a, c, e, f	Estudo dos fenômenos (disciplina)	e
		Cientista é pessoa comum	i		
		Não neutralidade da ciência	g		



Apresentamos a seguir o meta-texto com a análise e discussões de cada uma das características da NdC identificadas nos textos, os respectivos trechos em que foi possível identificá-las e as percepções que elas podem reforçar no leitor, de acordo com a maneira que foram colocadas no texto.

## 1) DIMENSÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA

### - Papel das teorias na elaboração de hipóteses e observação dos fenômenos

A perspectiva de um método empírico-indutivista, calcado em passos rigorosos baseado na observação, experimentação e indução de fatos particulares generalizados em “*afirmações universais*” (CHALMERS, 1993, p. 27), apresenta a observação sistemática como sendo a origem do conhecimento e a experimentação como etapa fundamental para acessar as verdades da natureza. Entretanto, como vimos no capítulo anterior, essa ideia passa a ser questionada por outros epistemólogos, que reconhecem a formulação de hipóteses e a dependência da teoria na construção do conhecimento.

Os textos analisados apresentam menções às teorias e leis científicas, mostrando que elas influenciam e dão sustentação ao trabalho científico. O trecho [33b]<sup>1</sup>, por exemplo, coloca a afirmação de que Cherenkov precisou de um corpo de conhecimento anterior (a teoria da relatividade) para que suas hipóteses fossem sustentadas.

[33b] [...] a hipótese só pôde ser formulada, porque a teoria da relatividade já existia, e experimentos a haviam validado. (p. 32)

Assim, o excerto mostra que uma ideia geralmente precisa do auxílio de outros conhecimentos para ser concebida. Caso a teoria da relatividade não houvesse sido formulada, possivelmente Cherenkov não teria chegado à hipótese de que partículas viajam com velocidade maior que a da luz em um determinado meio (MAURIZIO, 2016). Além disso, o trecho apresenta que experimentos validaram as hipóteses formuladas a partir da teoria, colocando a experimentação em evidência no fazer ciência. Ressaltamos o fato de que a experimentação não deixa de ser coerente com

---

<sup>1</sup> Os trechos destacados durante o processo de análise receberam um código para facilitar sua identificação, que possui um número e uma letra: o número corresponde a ordem no qual o trecho foi identificado no texto e inserido no formulário de análise (Apêndice 1) e a letra ao TDC ao qual ele foi extraído.

o trabalho científico, e em muitas pesquisas é necessário o uso de atividades em laboratório, porém, uma percepção de que a atividade científica se baseia apenas na experimentação é limitada e parcial (BIZZO, 2002).

A crença em “Método Científico Universal” nos faz pensar em uma ciência rígida e livre de falhas, já que as regras servem para evitar erros e promover a descoberta da verdade. Porém, podemos verificar nos textos analisados que cada pesquisa utiliza caminhos diversos para construir conhecimento, nos levando a verificar que não existem regras rígidas que produzem o conhecimento científico e que teorias e hipóteses podem ser prévias à observação e não apenas uma consequência.

Do mesmo modo que uma teoria deu suporte para a formulação de hipóteses, outras pesquisas partem de uma hipótese inicial que leva à construção de uma teoria científica, como mostra o trecho [12a]:

[12a] E essa suposição ganhou base teórica há cerca de oito décadas [...] (p. 40)

Isso só foi possível devido à relação entre diferentes conceitos na física, que levaram a essas suposições e posteriormente à formulação da teoria, como explica o trecho [10a]:

[10a] Essa assimetria se torna intrigante pelo fato de o magnetismo e a eletricidade estarem intimamente ligados, como mostram leis de uma área da física denominada eletromagnetismo. (p. 40)

Esse trecho ainda nos traz a ideia da interferência que um fenômeno tem no estudo de outro, apresentando os estudos da eletricidade como um dos pilares que sustentou a hipótese da existência dos monopolos magnéticos e posteriormente a construção dessa teoria.

Outros trechos fazem menção às leis na ciência, nos mostrando que elas estão presentes e dão sustentação à atividade científica, além da observação e experimentação neutra.

[3h] Entre tantas leis da física, a que nos interessa aqui é a chamada conservação da quantidade de movimento angular [...] (p. 18)

[4h] Do ponto de vista da mecânica - área da física que estuda o movimento e o repouso dos corpos [...] (p. 19)

[5h] [...] a aplicação da lei de conservação é equivalente à aplicação da terceira lei de Newton [...] (p. 21)

Para Popper as leis e teorias são tentativas conjecturais, “*mesmo quando não é mais possível duvidar delas*” (1980, p. 20), o que traz a ideia de uma ciência passível de falhas. Porém, vimos que esse estereótipo é muito presente na percepção de alunos e professores, o que contribui para uma imagem de ciência infalível e superior a outros conhecimentos. O TDC pode auxiliar na desmistificação dessas ideias ao mencionar, por exemplo, que as leis científicas não são aplicáveis a determinados fenômenos (como no caso dos buracos negros), como no trecho [27c].

[27c] Entender as singularidades escondidas em seu interior é uma questão que tem frustrado gerações. [...] Na singularidade, as leis da física, como as conhecemos, perdem o sentido. (p. 42)

[7b] A velocidade da luz no vácuo (cerca de 300 mil km/s) é um limite superior para qualquer corpo dotado de massa [...] Ou seja, não há objeto que possa se mover no vácuo mais rapidamente que a luz.

[15h] Qualquer movimento na natureza, de partículas a planetas [...] não podem violar os princípios fundamentais de conservação da física. (p. 21)

Já o trecho [7b] e [15h], apresentam a existência de um corpo de conhecimentos já conhecidos e consolidados ao longo do tempo. Podemos fazer uma alusão ao núcleo de um programa de pesquisa ou um paradigma, que não podem ser modificados ou, que se provado falso, pode vir a questionar todo o conhecimento construído em torno dessa lei ou teoria. Assim, a maneira como a afirmação é colocada no excerto pode levar à ideia de que o conhecimento científico é rígido e acabado, não podendo ser questionado ou provado “incorreto” no futuro, trazendo a percepção de infalibilidade e ciência acumulativa. Entretanto, se consideramos o conhecimento como sendo transitório, sempre em construção, a afirmação de que não há objeto que se mova mais rápido que luz no vácuo, por exemplo, segundo Popper, pode ser refutada, o que faz com que essa conjectura audaciosa não seja considerada um dogma.

O processo de construção e formulação de leis e teorias está intrinsecamente ligado à formulação de hipóteses na ciência, bem como as observações e experiências que são guiadas por essas hipóteses ou que ainda conduzem a novas suposições na pesquisa (PRAIA *et al.*, 2002). Como no caso do excerto [11a], em que o texto aponta que através dos estudos do eletromagnetismo foi possível admitir a hipótese da existência dos monopolos magnéticos, sem a comprovação empírica.

[11a] Portanto, é natural supor a existência também dos monopolos magnéticos, que seriam um novo tipo de partícula elementar. (p. 40)

O texto [h] também aponta algumas hipóteses prévias ao estudo, que foram formuladas e testadas pelos pesquisadores em relação ao chute de bicicleta de Pelé.

[7h] Para nossos propósitos aqui, vamos assumir a seguinte hipótese [...] (p. 19)

[8h] Uma possibilidade [...] (p.19)

Outro exemplo da presença dessas características na ciência é assinalado no trecho [2d] em que, após a descrição do processo da fotossíntese, são apontadas hipóteses sobre como a atmosfera terrestre era no passado.

[2d] A atmosfera primitiva da Terra era ligeiramente redutora. Continha gás carbônico (CO<sub>2</sub>), nitrogênio (N<sub>2</sub>), vapor d'água e, possivelmente, monóxido de carbono (CO) em quantidades significativas. Provavelmente, havia também metano (CH<sub>4</sub>), ácido sulfídrico (H<sub>2</sub>S) e amônia (NH<sub>3</sub>), mas em quantidades bem pequenas, e, quase certamente, pouquíssimo oxigênio [...] (p. 20)

As palavras em destaque indicam que apesar dos estudos realizados em torno da temática – fotossíntese – não é possível realizar uma afirmação, como a presença de um outro gás na atmosfera, por exemplo, mas sim supor com base nas deduções teóricas, o que mostra que o conhecimento científico é falível, que o “cientificamente comprovado” pode ser incerto, uma vez que este conhecimento está em constante construção.

Essas suposições também podem estar diretamente relacionadas com a subjetividade do cientista, a maneira que aquele grupo enxerga e interpreta seus dados, mostrando a ciência como processo criativo. Isso não quer dizer, necessariamente, que a subjetividade é a causa de “falhas” na ciência, mas sim de esclarecer que sem ela muitas das suposições e hipóteses não teriam condições de serem formuladas e, por consequência, o conhecimento não se construiria.

Trazemos o fragmento [23e] que supõem o surgimento de um novo paradigma que mudaria a maneira de estudar os fenômenos da emissão de radiação, inclusive sugerindo a “fusão” de duas teorias.

[23e] [...] sugerindo uma natureza dual para a luz e opinando que a próxima fase no desenvolvimento da física teórica deveria trazer uma teoria da luz que poderia ser interpretada com uma fusão entre a teoria ondulatória e a teoria corpuscular. (p. 18)

Bachelard já dizia que a complexidade de um fenômeno não contempla métodos absolutos, sendo fundamental o diálogo entre teoria e experimentação para estudar os fenômenos. Essa relação pode ser notada em diferentes trechos nos TDC,

como o [32b] que aponta, por exemplo, a observação como parte integrante da pesquisa, como uma possibilidade que auxilia na formulação de hipóteses.

[32b] Dessas observações, nasceu a hipótese de que o fenômeno fosse ligado à passagem, pela matéria, de partículas viajando com velocidades superior à da luz naquele meio. (p. 32)

Apesar de trazer a observação como um guia condutor de novas hipóteses, não notamos esse apontamento como sendo algo que possa levar à percepção de um método empírico-indutivista, pois logo após deste trecho temos o [33b] (apresentado anteriormente), que diz que isso tudo só foi possível pois havia a teoria da relatividade como base teórica.

Já o excerto [1a] traz o dado de que uma teoria ou lei pode existir sem que um experimento tenha constatado o fenômeno descrito ou ainda que, ao tentar evidenciar ou falsear a teoria, o experimento pode ir contra as afirmações teóricas e ainda não ser o suficiente para degenerá-la.

[1a] Esse experimento simples revela um fato inquietante para os físicos: a teoria prevê a existência de imãs com um só polo - os chamados monopolos magnéticos - mas eles nunca foram encontrados na natureza. (p. 39)

O trecho nos remete ao fato de que ao quebrarmos um imã obtemos duas metades de um novo imã - com polo positivo e negativo nas duas metades - e não uma positiva e outra negativa. Esse acontecimento natural é contrário à teoria que prevê a existência desses monopolos magnéticos, o que nos mostra como um experimento nem sempre “comprova” aquilo que a teoria embasa.

Deste modo, o excerto auxilia na desconstrução da percepção do método empírico-indutivista – que diz que fatos particulares são generalizados em teorias –, uma vez que ele não condiz com a teoria dos monopolos magnéticos e que mesmo não sendo “comprovada” através da experimentação essa teoria não foi descartada, por possuir um corpo de conhecimentos e hipóteses auxiliares que sustentam aquele programa de pesquisa (LAKATOS, 1979).

[30a] [...] o fato de ainda não terem sido detectadas não impediu que grandes avanços teóricos e experimentais fossem obtidos a partir desse conceito e da criação de fenômenos análogos em laboratórios do mundo - inclusive no Brasil. (p. 42)

Assim como no excerto [1a], o trecho [30a] informa que a não observação/identificação dos monopolos na natureza não fez com que a teoria fosse refutada ou se tornasse degenerativa. Pelo contrário, estudos continuam sendo feito

a fim de buscar alternativas artificiais (com materiais manipulados pelos pesquisadores) que corroborem com os estudos na área. Isso também pode auxiliar na desmistificação da visão de uma ciência que acessa as verdades da natureza.

Outros trechos que apresentam esse diálogo entre teoria e prática são o [4a] e [27a]:

[4a] E o Brasil tem dado contribuições teóricas e experimentais significativas para esses desenvolvimentos. (p. 39)

[27a] É justamente esse movimento que permite, na prática, o movimento dos monopolos ao longo do conjunto das nanobarras - como ocorria em nosso modelo teórico com ímãs. (p. 41)

Destacamos ainda no trecho [27a] o relato dos modelos teóricos como forma de prever o comportamento experimental: antes de realizar uma aplicação prática das barras nanométricas – espécie de gelos de *spin* artificiais – modelos teóricos foram realizados. Enquanto os modelos de senso comum se referem a algo concreto, os científicos são representações da realidade, ou seja, uma construção imaginária de algo mediante a ação conjunta da comunidade científica (GALAGOVSKY; ADÚRIZ BRAVO, 2001).

O texto [e] traz considerações que mostram a ciência indo além da experimentação e observação neutra através dos cálculos como uma maneira de descrever os fenômenos. Como a equação apresentada por Planck, que deu suporte para a interpretação de observações, possibilitando novos estudos sobre a radiação.

[3e] [...] em 1900, uma fórmula matemática apresentada pelo físico alemão Max Planck (1858-1947), com o propósito de descrever a radiação emitida por corpos aquecidos [...]. (p. 17)

[4e] A fórmula de Planck traduz a observação de que a luz emitida por objeto aquecido [...]. (p. 17)

### **- Procedimentos e processos de tomada de dados**

Kuhn, Feyerabend e Bachelard já reconheciam a não existência de um método científico aplicável a todos os períodos da história, ou seja, a crença em um único método para se fazer ciência não condiz com a maneira a qual o conhecimento se constrói. O pluralismo metodológico e a possibilidade de buscar técnicas e instrumentos que auxiliem os estudos são observados nos TDC analisados quando procedimentos e tomada de dados são descritas e, assim, também temos contato com

algumas das atividades realizadas pelo cientista como: calcular, fotografar, registrar, prever, acessar, estudar, medir, simular, etc.

Na categoria anterior, enfatizamos o diálogo entre as teorias e hipóteses como suporte para a experimentação e observação. Nesse momento, identificamos quais os procedimentos e processos utilizados na construção das pesquisas descritas nos TDC, discutindo como essas descrições podem influenciar as percepções de ciência dos leitores.

O excerto [20c], por exemplo, traz uma descrição do procedimento realizado por pesquisadores para medir a posição de uma estrela, o que acabou por confirmar a previsão realizada através dos cálculos de Einstein com base na teoria da relatividade. Isso só pode ser feito com o auxílio de equipamentos e condições específicas (como foi o caso do eclipse que eliminaria as possíveis interferências). O que também nos mostra que a observação não é neutra, está apoiada por teorias e pressupostos que guiarão os pesquisadores.

[20c] Einstein calculou qual seria o desvio de um raio de luz, vindo de uma estrela distante, ao passar rasante ao Sol [...] Em 29 de maio de 1919, duas expedições científicas britânicas, uma enviada a Sobral, no Ceará, e outra à Ilha de Príncipe, na costa africana ocidental, fotografaram o céu na direção do Sol durante um eclipse total, de modo que as estrelas de fundo pudessem ser vistas.

Comparando com registros dessas mesmas estrelas de outra época do ano - quando o Sol não estava entre elas e nós -, a diferença entre a posição real e a posição aparente dessas estrelas pôde ser medida.

E, assim, a previsão feita por Einstein quase quatro anos antes foi confirmada. (p. 41)

O trecho [4d], por sua vez, traz o processo realizado para observar e medir à fluorescência das plantas, relacionando-a com o consumo de gás carbônico, o que possibilitou estudos futuros na busca de compreender as reações que ocorrem na fotossíntese. Assim como o fragmento [9d] que também cita essa metodologia e os resultados que podem ser obtidos.

[4d] Se a clorofila-a for isolada, colocada em um recipiente de vidro e exposta à luz visível ou ao ultra violeta, ela irá 'brilhar' [...] A observação de que a fluorescência das folhas de plantas que haviam sido mantidas no escuro relacionava-se com mudanças no consumo fotossintético de CO<sub>2</sub> abriu perspectiva do uso da fluorescência para acessar, estudar e entender o âmago das reações fotoquímicas. (p. 23)

[9d] [...] nas últimas décadas, a eficiência da fotossíntese desempenhada por diferentes tipos de organismos, inclusive organismos fotossintéticos unicelulares presentes em corais e em esponjas, tem sido estimada por meio da fluorescência da clorofila-a. Essa metodologia bastante sensível e não

invasiva, fornece em tempo real informações sobre o status fisiológico dos processos de alocação e uso da energia pelo aparato fotossintético. (p. 23)

Quando estamos estudando este fenômeno na escola, os conceitos da fotossíntese encontram-se reduzidos ao consumo de energia pelas plantas para a produção de oxigênio, como se este conceito estivesse pronto e acabado. A transmissão dos conhecimentos de uma forma aproblemática, sem mostrar as motivações, questionamentos que lhes deram origem e as dificuldades encontradas pelos pesquisadores, não possibilitam que os alunos conheçam as limitações e perspectivas que levam à sua produção (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001, p.131). Desse modo, o TDC [d] propicia uma visão mais detalhada do estudo do fenômeno apresentando, de uma forma não reducionista, os conceitos e etapas da construção desse conhecimento.

Já os trechos apresentados descrevem parte do processo que ocorre na coleta dos sinais pelos equipamentos utilizados – no caso o olho de mosca – até a conversão destes em dados que são enviados aos pesquisadores em um centro computacional.

[17b] [...] pode ver em muitas direções e modificar as imagens, para obter uma informação única: a trajetória do raio cósmico. (p. 32-33)

[18b] A informação vinda dos 'olhos de mosca' permite reconstruir a trajetória aérea percorrida pelo chuvaireiro, a qual é visualizada como uma série de pontos brilhantes em uma tela de computador. (p. 33)

[19b] A luz produzida é também convertida em sinais elétricos por três fotomultiplicadores, dispostas simetricamente na parte superior do tanque, de modo a recolher a maior quantidade possível dessa luz. (p. 33)

[20b] Os sinais elétricos são enviados para o centro de coletas de dados - instalações amplas que ficam na zona urbana de Malargüe - por meio de uma antena de rádio fixa ao tanque e alimentada por painéis solares. (p. 33)

Verificamos que os processos desta pesquisa se diferem do estereótipo da atividade científica, presente em alunos e professores, apresentadas pelas pesquisas no Capítulo 2. Desta forma, é possível desviar o foco da atividade experimental estereotipada, como aquela realizada em laboratórios preenchidos por vidrarias, e expor uma nova forma de pesquisa científica, em que os cientistas se encontram em uma base tecnológica distante de onde os equipamentos coletam os dados recebidos dos eventos cósmicos, como é o caso do que ocorre no Observatório Auger.

Isso também pode ser verificado em outros trechos do texto, quando mencionado os equipamentos necessários na coleta de dados, recebimento e envio de sinais e o que é possível determinar com esses processos, mostrando que as



tecnologias e equipamentos dão subsídios para o estudo dos fenômenos, não podendo ser reduzida a uma área aplicada da ciência.

[4b] A intensidade dessa radiação é diretamente proporcional à energia perdida pelo átomo. Por isso, medir a intensidade dessa luz - que, no caso, tem a frequência do ultravioleta - é muito importante para determinar não só a direção de chegada do raio cósmico, mas também sua energia. (p. 30)

[5b] Os aparatos que captam essa emissão - que se espalha em todas as direções da atmosfera - são chamados detectores de fluorescência. (p. 31)

[6b] [...] um sistema óptico eletrônico que tem a função de captar esse tipo de luz e transformá-la em sinais elétricos, que são enviados para um computador. (p. 32)

Os excertos abaixo apresentam algumas etapas das pesquisas que estão sendo difundidas, evidenciando as relações da ciência com as tecnologias, como as simulações computacionais, que podem auxiliar no desenvolvimento de modelos e elaboração de cálculos, o que também auxilia na desmistificação do trabalho científico como essencialmente experimental. Porém, ainda se mantém a imagem do cientista restrita ao laboratório, dando menos ênfase ou até deixando de mostrar outros aspectos do seu trabalho, como o próprio gerenciamento dos recursos e seu o trabalho como professor-pesquisador.

[31a] [...] desenvolvemos, com a ajuda de simulações computacionais, barras nanométricas com uma geometria especial, para apresentar a maior liberdade possível aos monopolos. (p. 42)

[10f] [...] com sofisticções possibilitadas pela biologia moderna: precisão, robustez, quantificações, simulações no computador [...] (p. 34)

[13f] [...] são elaborados modelos matemáticos que permitem simular seu comportamento em computadores. Isso possibilita revisar o projeto de engenharia e fazer modificações que melhorem o desempenho. Após confirmar, em novas simulações, que o sistema funciona como desejado, ele é introduzido nos hospedeiros adequados [...] (p. 34)

[14f] Uma vez implantados nos organismos hospedeiros, esses circuitos permitem a realização das tarefas específicas desejadas pelos pesquisadores. (p. 34)

[15f] Os ciclos de padronização-simulação-validação compõem a grande inovação que a biologia sintética proporciona para a engenharia de sistemas biológicos [...] (p.34)

Com o aperfeiçoamento dessas tecnologias ainda é possível aumentar a precisão das medições, já realizadas, aperfeiçoando dados conhecidos que possibilitarão, inclusive, o confronto com os dados teóricos, como é o caso da aplicação do *laser* em medições.

[34e] Em 1969, um laser pulsado de rubi, refletido por um espelho colocado na Lua, foi usado para medir a distância de um ponto na Terra àquele espelho com uma precisão de 5 cm. Agora, o projeto Apollo, no Novo México (EUA), pretende aumentar a precisão para 1 mm, o que permitirá testar desvios de lei de gravitação do físico britânico Isaac Newton [...] (p. 20)

Apesar de reforçarmos que o trabalho científico não se resume à observação e experimentação, não podemos negar que elas também fazem parte dele e trechos como o [11b] apresentam a experimentação como uma forma de estudar fenômenos. Assim como o já mencionado fragmento [4d] que, apesar de não mencionar a palavra experimento no texto, apresenta etapas do processo de extração da clorofila-a realizado em laboratório.

[11b] [...] muitos experimentos já haviam estudado os raios cósmicos. Alguns desses projetos haviam usado separadamente detectores de fluorescência e detectores Cherenkov. (p. 32)

Ressaltamos que apesar de citar a experimentação como um meio de estudo utilizado na pesquisa, mostrando que ela é coerente com o trabalho científico, o excerto [11b] retrata aparatos tecnológicos que utilizam a própria atmosfera como "laboratório". Porém ela não é única forma de se fazer ciência: cálculos matemáticos e a criação de modelos computacionais, presentes nos TDC, mostram que a pesquisa também pode ser construída de maneira teórica.

O teste de hipóteses é colocado pelo texto [h] como parte da atividade científica, sendo necessários alguns procedimentos – como medir e fazer contas – para validá-las. O trecho [10h], por exemplo, cita a análise quantitativa como aquela que será realizada no estudo (dando margem para a suposição de outra análise que não a quantitativa) e que algumas condições são necessárias para se evitar erros em relação às medidas.

[9h] Para testar essa hipótese, precisamos, então, analisar um chute de bicicleta de Pelé, medir grandezas, fazer as contas e verificar se a hipótese é confirmada. (p. 19)

[10h] Para uma análise quantitativa, o vídeo mostrando a bicicleta de Pelé deve atender a uma condição: se apenas um ângulo de visão está disponível, para evitar erros de perspectiva, esse ângulo deve ser perpendicular ao plano de movimento. (p. 19)

É possível perceber que ao descrever os processos utilizados pelos cientistas dentro da pesquisa, de certo modo, a própria atividade científica está sendo descrita: estudar, pesquisar, medir, simular, descrever, verificar, entre outras; são palavras apresentadas pelos TDC para detalhar e informar ao leitor os procedimentos

realizados. Por sua vez, esses processos, estão geralmente ligados a estudos quantitativos e experimentais, devido à natureza dos trabalhos e pesquisas divulgadas no *corpus* selecionado.

Mesmo que não realizados em laboratório (pelo menos não naqueles estereotipados cheios de vidrarias), os textos ainda mantêm a ideia de uma ciência empírica e a principal atividade do cientista como sendo a experimental, diretamente ligada ao laboratório. Ainda que seja mencionada a pesquisa e os estudos, eles ficam muitas vezes restritos aos aspectos históricos relacionados à formulação das teorias e não na ciência que está sendo produzida nos dias atuais. Reforçamos que essas características podem estar diretamente relacionadas com os TDC selecionados, que apresentam pesquisas da área das ciências básicas com temas mais específicos. Possivelmente, textos de outras áreas, como das ciências aplicadas ou que abordem uma temática social ou ambiental, possam possibilitar outras discussões e apresentar processos, resultados e implicações diferentes dos aqui encontrados.

Reforçamos ainda a presença de elementos que podem auxiliar na desmistificação da tecnologia como "*subproduto dos conhecimentos científicos*" (FIRME; AMARAL, 2008, p. 257), ainda presente na percepção de estudantes e professores. Essa ideia se afasta do que é considerado um ponto de vista mais atual sobre essa relação: o de que elas "*se desenvolveram, em sua maior parte, independentemente uma da outra até cerca de 100 anos atrás*" (KNELLER, 1980, p. 249).

Segundo Kneller (1980), enquanto a ciência procura formular leis e teorias que auxiliem na compreensão e estudo dos fenômenos naturais, a tecnologia utiliza esses conhecimentos para formular aparelhos e acessórios que possam detectar e interpretar esses fenômenos. Ambas as entidades são empreendimentos complexos e que consistem "*em fenômenos de muitas espécies – agentes, instituições, produtos, conhecimentos, técnicas etc.*" (p. 245), existindo, inclusive, diferentes pontos de vista sobre a relação entre elas (ciência-tecnologia), em diferentes épocas.

[5d] Graças ao desenvolvimento de equipamentos especializados [...] (p. 19)

[6d] O progresso técnico na área de microeletrônica, fotoeletrônica e fotônica propiciou o desenvolvimento de uma instrumentação específica para a área de fluorescência - inclusive em pesquisa aplicada. (p. 23)

[7d] A utilização de fluorímetros PAM [...] permite avaliar, por exemplo, qual percentual de energia absorvida está sendo usado e o quanto se perde durante a fotossíntese. (p. 23)

[8d] [...] é uma poderosa ferramenta para a avaliação da atividade fotossintética em condições ambientais sujeitas a contínuas mudanças. (p. 23)

Os trechos destacados no texto [d], por exemplo, nos apresenta uma relação muito mais atual sobre a relação ciência-tecnologia, na qual elas coexistem e se influenciam. Segundo Castelfranchi (2008), o termo tecnociência é utilizado para ilustrar essa relação da ciência e da tecnologia como diferentes espaços que servem para orientar, regulamentar e impulsionar uma a outra:

“A ciência existe, sim, como algo específico, porque, mesmo na tecnociência, ciência não é sinônimo de tecnologia. Porém, a ciência se define a partir de alguns elementos oriundos da esfera das técnicas ou da dinâmica do capital. Esse entrelaçamento não tem a ver apenas com a ideologia da ciência e do progresso. A ciência “fala” de tecnologia e de mercado [...]” (CASTELFRACHI, 2008, p. 10).

Essa ideia está diretamente relacionada com as questões apontadas no estudo de Acevedo Díaz (1996) sobre a tecnologia e as relações ciência-tecnologia-sociedade (CTS), o que nos mostra que essa visão caminha para as consideradas mais adequadas sobre essa relação.

Trechos seguintes também apresentam essa relação mais atual da ciência e da tecnologia, atreladas a alguns processos necessários para o desenvolvimento da pesquisa, como planejar e simular no computador, para só assim iniciar a síntese em laboratório.

[26f] Nas últimas décadas, o aperfeiçoamento das técnicas de biologia molecular vem permitindo estudar e entender em detalhe os diferentes processos associados com o controle dos circuitos gênicos nas células. (p. 35)

[27f] [...] tentando integrar todos os circuitos gênicos de um organismo, usando modernos métodos experimentais e computacionais. (p. 36)

[28f] Para decifrar a rede de regulação gênica desse organismo, empregamos, de modo integrado, várias técnicas de biologia molecular de última geração, além de técnicas computacionais. (p. 36-37)

[29f] Em primeiro lugar, as sequências de interesse são planejadas no computador. Feito o desenho do novo genoma, inicia-se a síntese química [...] (p. 37)

De certo modo, a própria essência de cada uma dessas entidades não pode se dar senão em relação à outra. Os trechos [19a] e [20a], por exemplo, apontam que o uso de novas técnicas e de novos equipamentos possibilitou muitos dos estudos dos análogos aos monopolos magnéticos. Trazendo a ideia de que determinado estágio do conhecimento científico, muitas vezes, precisa de determinada tecnologia ou

instrumento para que se possa concretizar, mostrando que a ciência e a tecnologia caminham juntas e são dependentes.

[19a] A partir do momento em que técnicas apuradas de fabricação - similares às usadas nos modernos processadores de computador - foram desenvolvidas, foi possível a obtenção de estruturas muito pequenas, com dimensões da ordem de nanômetros (bilionésimos de metro). (p. 41)

[20a] A adequação da indústria - com a crescente demanda por miniaturização dos dispositivos - proporcionou o desenvolvimento de equipamentos sofisticados que hoje são aplicados na busca por sistemas de geração e transporte [...] dos análogos aos monopolos magnéticos. (p. 42)

Entretanto, o fragmento [25f] sugere que a tecnologia é um produto da ciência, passando a ideia contrária à outras passagens do próprio texto [f] e de outros TDC fazem menção à tecnociência.

[25f] [...] os grandes desenvolvimentos tecnológicos foram em geral precedidos por um importante avanço no conhecimento científico - como ocorreu com a física no início do século 20, que permitiu, entre muitas outras coisas, o surgimento de computadores cada vez mais sofisticados. (p. 35)

Assim, um mesmo texto apresentou ideias controversas sobre essa relação, possivelmente porque existem entendimentos diversos sobre a temática (RICARDO *et al.*, 2007), porém

“um ponto de vista razoável pressupõe compreender ciência e tecnologia como atividades próprias dos seres humanos, específicas e distintas, embora indissociáveis, pois assim como a ciência e a tecnologia evoluíram, também suas imbricações foram gradativamente se complexificando, obscurecendo a demarcação entre seus elementos. No passado era possível diferenciar nitidamente o prático e o cientista, algo fora do alcance hoje.” (RICARDO *et al.*, 2007, p.139).

Por fim, trazemos algumas questões relacionadas a dificuldades e limitações de procedimentos na pesquisa que, além de auxiliar na percepção de uma ciência passível de falhas, mostra que os obstáculos fazem parte da própria NdC.

[34f] Esse novo processo de síntese completa de genomas elimina as limitações dos métodos atuais e terá enorme efeito no desenvolvimento da biologia sintética. (p. 37)

[35f] Reprogramar organismos vivos não é fácil. (p.37)

Tanto na descrição dos procedimentos, tomada de dados e medidas realizadas, quanto na descrição dos resultados obtidos, as incertezas fazem parte da ciência. Mesmo em uma análise quantitativa as estimações estão presentes, mostrando que ela não é infalível, que seus resultados sempre estarão atrelados a um erro, seja da medida do equipamento utilizado ou do pesquisador que a realizou. Mesmo que se

busque a menor variação possível, ela sempre é levada em conta na construção do conhecimento.

[11h] Para determinarmos a quantidade de movimento de cada segmento do corpo, certas características corporais [...] foram estimadas a partir de um modelo antropométrico com valores médios, obtidos a partir de medidas feitas por meio de imagens radiográficas de uma amostra de pessoas [...] (p. 19-20)

As dificuldades também podem estar atreladas à própria área da pesquisa no país que, no caso do texto [g], encontra-se ainda em construção uma vez que não se conhecia (ou não era dada a devida importância) tanto os efeitos do lixo eletrônico. Como essa é uma pesquisa muito recente não há tecnologia e investimentos suficiente para os processos.

[7g] No Brasil, não é feito o processamento total de reciclagem de eletrônicos, e a pesquisa no setor é muito incipiente. (p. 39)

[8g] O país não tem tecnologia de processamento químico-metalúrgico das peças mais complexas [...] e as exporta. Isso inibe a geração de empregos e oportunidades. (p. 39)

Ou, inclusive, limitações relacionadas a fatores subjetivos próprio da característica de cada pesquisador, que também mostra que esses fatores (como a criatividade) também fazem parte da construção do conhecimento e podem até definir onde o cientista pode chegar.

[16f] [...] a imaginação parece ser o limite para o que é possível realizar. (p. 35)

Dessa forma, foi possível identificar nos textos características ligadas à dimensão teórico-metodológica da pesquisa científica, as quais demos o nome de *papel das teorias na elaboração de hipóteses e observação dos fenômenos e procedimentos e processos de tomada de dados*, que apresentam principalmente aspectos da maneira como o conhecimento científico é construído através do tempo, bem como a descrição de processos do trabalho científico.

Em *diálogo entre as leis, teorias e hipóteses com a observação e experimentação*, como característica da NdC, ressaltamos como percepção mais recorrente a visão de ciência como construção do conhecimento, em que as teorias, leis e hipóteses influenciam e dão sustentação ao trabalho científico; sendo que em determinadas pesquisas elas podem ser prévias à observação e não apenas uma

consequência, enquanto outras partem de uma hipótese que se quer estudar, por exemplo.

Além disso, foi possível verificar que é possível admitir uma hipótese mesmo sem a comprovação empírica, o que auxilia na desmistificação do método empírico-indutivista e de uma ciência atórica. Os textos também apontam a observação como parte integrante da pesquisa, como uma possibilidade que auxilia na formulação de hipóteses, o que poderia reforçar a visão empírico-indutivista, caso esses textos não enfatizassem o suporte das teorias nesse processo, da não neutralidade dessas observações.

A não existência de regras rígidas, a ciência indo além da experimentação e observação neutra, são características encontradas que contribuem para a desconstrução da percepção do método empírico-indutivista, mostrando também que a ciência não possui um método único. Também verificamos a desmistificação da visão de uma ciência que acessa as verdades da natureza, quando os textos apresentam a descrição de fenômenos como uma característica do trabalho científico.

A presença de limitações dentro da atividade científica foi algo que pudemos verificar nos textos, o que mostra que o conhecimento é falível e transitório, que ele não se encontra pronto e acabado. Porém, também verificamos textos que apresentam determinadas teorias como um corpo de conhecimentos já conhecidos e consolidados ao longo do tempo, o que pode levar à ideia de que o conhecimento científico é rígido e acabado, que acumula conceitos.

Quando apontamos os *procedimentos e processos de tomada de dados* como uma característica da NdC, pudemos observar que a observação e experimentação ainda está muito presente nos TDC, o que ainda mantém a ideia de uma ciência empírica e a principal atividade do cientista como sendo a experimental, realizada em laboratório. Porém, os textos proporcionam uma nova visão deste laboratório, que vai além da imagem estereotipada das vidrarias e jalecos brancos, ao descrever os instrumentos e aparatos tecnológicos, por exemplo.

Ao descrever alguns dos processos das pesquisas, como: teste de hipóteses, coleta de dados, estudo de fenômenos, simulações computacionais, entre outros, foi possível identificar a relação entre ciência e da tecnologia nos textos. Apesar da visão da tecnologia como um produto da ciência ainda estar presente nos textos, de uma forma geral, eles possibilitaram a verificação de uma relação mais atual entre elas, na

qual coexistem e se influenciam, o que é corroborado pelos estudos CTS (ACEVEDO DÍAZ, 1996).

Além disso, foi possível verificar a percepção de que a ciência constrói conhecimento através do estudo de fenômenos através do pluralismo metodológico, com a possibilidade de se buscar diferentes técnicas e instrumentos e, também, com a desmistificação do trabalho científico estritamente experimental, o que contribui para a percepção de que não existe um único método no fazer ciência.

## 2) DIMENSÃO MOTIVACIONAL

### - Questionamentos e motivações da ciência

Seja impulsionado pela solução de problemas ou pelos testes das conjecturas audaciosas; seja por buscar articular o próprio paradigma ou pela busca de soluções para as anomalias acumuladas; seja para propor abstrações mais audaciosas ou pela própria curiosidade do cientista ou, inclusive, por fatores externos à ciência; é inegável que algo motiva a construção desse conhecimento. Os TDC apontam sutilmente algumas dessas motivações, como por exemplo, a própria impossibilidade de separar os monopolos magnéticos, seja em partículas macro ou microscópicas, conforme os trechos [8a] e [9a].

[8a] Essa impossibilidade [...] chama a atenção dos cientistas há muito tempo - talvez, desde a descoberta do próprio magnetismo. (p. 40)

[9a] As buscas pelos monopolos magnéticos de Dirac seguem em vários experimentos no mundo. Essas partículas continuam desafiando especialistas. (p. 42)

Essa informação nos possibilita diferentes visões em relação ao que motivou esses estudos: se olharmos como Feyerabend, por exemplo, o pesquisador é quem que busca aquilo que lhe interessa estudar; já sob as ideias de Kuhn, podemos dizer que o próprio paradigma indica a demanda da comunidade científica. Neste caso, o autor do texto, aponta (inclusive em outros trechos) que muitas pesquisas estão sendo realizadas nessa área, com colaborações entre diversos pesquisadores de diferentes países, o que sugere a motivação por fatores internos à ciência. Ou no caso do excerto [9a], fatores subjetivos, como o próprio sentimento do cientista em ser desafiado.

Bachelard já afirmava que *“todo o conhecimento é a resposta a uma pergunta”*, a um problema ou uma situação que se busca estudar, o que também dificulta a



compreensão da racionalidade do fazer ciência (GIL-PEREZ *et al.*, 2001, p. 131). Algumas questões foram expressas no TDC como motivadoras de pesquisas e, inclusive, na construção de um observatório.

[14b] Algumas das perguntas que motivaram a construção do Observatório Auger - idealizado em meados da década de 1990 - foram: i) podem chegar à Terra raios cósmicos de altíssima energia (ditos ultra energéticos)?; ii) se sim, então, de onde eles vêm?; iii) do que são formados?; iv) como são acelerados? (p. 32)

[15b] Para tentar responder essas e outras questões, o Observatório Auger passou a usar [...] A união dessas duas técnicas [que] facilitou a reconstrução da direção e do formato aéreo do chuveiro, bem como da energia do raio cósmico. (p. 32)

[6h] Mas qual a função - se há alguma - do movimento da perna que não chuta (esquerda) no sentido contrário do movimento da perna que chuta, momentos antes do contato com a bola? (p.19)

Podemos verificar através do excerto [14b] que essas questões motivadoras, na pesquisa apresentada, estão estritamente ligadas ao fenômeno que se deseja estudar e não necessariamente precisam estar relacionadas a resolução de problemas que beneficiariam de algum modo a sociedade, que poderiam auxiliar na desmistificação da imagem utilitarista da ciência. No caso, as questões motivacionais tanto para o estudo do movimento do chute de bicicleta quanto para a construção do observatório e, conseqüentemente, para os estudos ali realizados, são internas à própria área de conhecimento, vindo para articular os conceitos dentro do próprio programa de pesquisa. O que não pode ser generalizado para outras pesquisas, que podem ser impulsionadas por fatores externos, como demanda políticas e da própria sociedade, como por exemplo um surto de dengue, que pode impulsionar pesquisas que buscarão desenvolver algum tratamento para a população.

Outra questão que pode motivar a atividade científica é quando o pesquisador se depara com ideias incompatíveis e busca conciliá-las – como o caso da luz corpuscular e ondulatória – a fim de abranger a complexidade do conhecimento.

[17e] Eis a questão profunda que atormentava os cientistas: como conciliar a ideia de que a luz é constituída de corpúsculos com a noção – comprovada experimentalmente pelo cientista inglês Thomas Young (1773-1829) em 1801 – de que a luz se comporta como uma onda, apresentando a propriedade de interferência? (p. 18)

O excerto [17e] nos mostra que muitas vezes o cientista precisa abrir mão de um conhecimento seguro – a ideia do “cientificamente comprovado” – para poder se arriscar e se desprender dos obstáculos que o impede vislumbrar novas

possibilidades. A experiência primeira (BACHELARD, 1996), conhecimento seguro que tomamos como verdade absoluta, pode impedir que olhemos para os dados com um novo olhar, buscando novas maneiras de explicá-lo, por isso, é necessário o “[...] *exercício da imaginação e da intuição intelectual, na 'ousadia' que deve estar presente aquando da tentativa de resolução do problema e em todo o trabalho de produção científica.*” (PRAIA *et al.*, 2002, p. 130).

### - Finalidades da pesquisa/ciência

A pesquisa científica tem como uma de suas finalidades estudar e desenvolver, mesmo que tentativamente, a compreensão dos fenômenos naturais, buscando descrevê-los, “*realizar previsões, abordar e estabelecer novos problemas etc., que confere crescente validade (não certeza ou carácter de verdade inquestionável) aos conceitos e teorias*” (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001, p. 137) a partir de sua aceitação perante a comunidade científica (PRAIA *et al.*, 2002). Esses objetivos da pesquisa, não necessariamente estão ligados às motivações e questionamentos iniciais da pesquisa, por isso da criação dessa nova subcategoria.

O fragmento [11f] apresenta os objetivos e finalidades distintas de duas áreas das ciências biológicas, sinalizando que uma sucede a outra, possibilitando estudos que antes não eram possíveis, devido a teorias, processos e talvez até paradigmas distintos que embasam seus estudos.

[11f] As duas áreas são diferentes. Na engenharia genética, o principal objetivo é alterar organismos inserindo em seu DNA genes que lhes dão novas características [...]. Na biologia sintética, os passos intermediários entre o isolamento dos genes de interesse e a geração do produto final mudam totalmente. (p. 34)<sup>6</sup>

Também foi possível verificar nos TDC trechos que nos remetem ao estudo de fenômenos como uma das finalidades da investigação científica.

[9b] Nos pampas argentinos, está o Observatório de Raios Cósmicos Pierre Auger. Em funcionamento desde 2005 e ocupando uma área com 3 mil quilômetros quadrados, é o maior laboratório construído até hoje para o estudo e a detecção dessas partículas cósmicas. (p. 31)

[10b] A luz Cherenkov atmosférica pode ser detectada por espelhos especiais, fornecendo informações importantes para estudar a direção e a natureza do raio cósmico que iniciou o chuveiro atmosférico. (p. 31)

Os excertos acima, retirados do texto [b], mencionam um observatório que se dedica ao estudo da radiação luminosa que chega à atmosfera terrestre, a fim de

detectá-los e conhecê-los. Entretanto, o próprio TDC apresenta outras passagens que podem levar a uma imagem mistificada em relação aos propósitos da ciência: como aquela que busca descobrir verdades.

[1b] Como dois tipos de radiação luminosa ajudam a entender esses mensageiros do universo (p. 30)

[2b] Nos últimos 100 anos, diversas técnicas têm sido usadas para revelar a natureza, a origem e os mecanismos de aceleração desses núcleos atômicos velozes e energéticos. (p. 30)

[3b] Mais recentemente, dois tipos de 'luz' produzida por esses viajantes do cosmo têm ajudado os especialistas a desvendar mistérios desse fenômeno astrofísico, um dos mais intrigantes da natureza. (p. 30)

Os trechos selecionados fazem parte de uma pequena chamada introdutória ao texto, trazendo um panorama geral sobre o conteúdo a ser abordado. Vieira (2006) alerta para o fato de que em um TDC o parágrafo introdutório tem como objetivo “*fisgar o leitor*” (p. 12). No caso do texto [b], os artifícios usados para tal, podem gerar certo misticismo frente ao assunto tratado: como ao abordar a radiação como mensageira do universo e o cientista como aquele que descobre os segredos em relação a esse fenômeno. Chamamos a atenção para o fato de que a radiação luminosa é um fenômeno que pode trazer informações importantes sobre os corpos celestes – como o decorrer do TDC nos conta – e que o cientista estuda esse fenômeno a fim de compreendê-lo. Os excertos destacados enunciam isso, porém com uma linguagem diferente e atrativa, o que pode levar o leitor desprovido de outras visões em relação NdC a perceber o trabalho científico como sendo aquele que desvenda a natureza e busca um conhecimento verdadeiro, pronto e acabado.

Outro artifício utilizado para chamar a atenção do leitor é o título, pois é uma das primeiras coisas lidas em um TDC, e geralmente são decididos pelos editores por obedecerem a critérios rígidos em relação a sua forma (VIEIRA, 2006). O trecho [1c], por exemplo, faz parte do subtítulo do texto que fala sobre a teoria da relatividade geral:

[1c] Uma janela centenária para os mistérios do universo (p. 38)

Como um artifício para atrair o leitor, o título pode ser muito eficaz, pois “conhecer os mistérios do universo” é algo que nos instiga. Entretanto, quando se aponta a teoria da relatividade geral como uma janela para desvendar esses mistérios, é como se através dela (teoria) pudéssemos ver diretamente as verdades que a ciência pode “descobrir”. O que pode trazer ao leitor uma imagem de ciência

dogmática e mística, aquela que desvenda a natureza. Essa ideia é reforçada durante o texto, como pode ser visto no trecho [4c].

[4c] Mesmo depois de um século, essa teoria continua a nos surpreender e a ser a única janela por onde podemos vislumbrar aspectos da natureza que ainda escapam aos maiores e mais avançados laboratórios terrestres. (p. 39)

A teoria da relatividade proporcionou e ainda proporciona estudar e compreender fenômenos que antes não eram explicados pela mecânica newtoniana, como o próprio TDC coloca. Entretanto, até que ela fosse formulada outras teorias possibilitaram a construção do conhecimento na ciência. Assim, quando se coloca que a relatividade é a única maneira pela qual se estuda a natureza, pode sugerir uma visão ahistórica e reducionista da complexidade dos conceitos que proporcionaram sua própria construção. Apesar disso, destacamos também o fato de o texto mencionar que a teoria da relatividade, em sua complexidade teórica, consegue explicar fenômenos que as pesquisas realizadas em laboratório não possibilitaram alcançar, o que pode contribuir para uma visão menos empírica da ciência.

Os trechos abaixo também colocam a finalidade da pesquisa como meio de descobrir a natureza enigmática, fazendo com que a percepção de que ela é a chave para “*descobrir além da verdade*” (LISBOA *et al.*, 2015, p. 05) seja fortalecida no imaginário dos estudantes.

[11d] [...] em seu âmago, ainda guarda mistérios. (p. 19)

[12d] Os segredos revelados (p. 23)

[13d] [...] ajudando a desvendar os segredos que ainda se escondem no âmago desse processo essencial para a vida na Terra. (p. 23)

[14a] [...] com a estrutura do gelo comum, descoberta pelo químico norte-americano Linus Pauling (1901-1994). (p. 40)

[2i] Estudos científicos vêm comprovando a intensa atividade sexual dos vegetais e desvendando os mecanismos biológicos envolvidos. (p. 38)

[27e] Restava descobrir como aplicar o mesmo princípio à realização de uma nova fonte de luz. (p. 18)

Quando abordamos aspectos sobre a produção ciência e como essas informações podem afetar a percepção dos alunos, as próprias palavras utilizadas devem ser escolhidas cuidadosamente para que não sugira uma imagem distorcida do trabalho científico, pois, as entrelinhas de um texto podem sugerir

“uma visão de ciência diferente daquela que se busca defender. Algumas concepções arraigadas acabam por surgir furtivas em breves comentários ou adjetivos revelando juízos de valor que comprometem o resultado final de um

trabalho, no que diz respeito às imagens de ciência e de seu funcionamento” (FORATO *et al.*, 2011, p. 36).

Mesmo não tendo a intenção, determinadas palavras podem causar uma percepção mitificada da ciência, como a palavra “descoberta”, por exemplo: a descoberta no sentido de identificar um fenômeno, é uma visão que corrobora com a ideia de construção do conhecimento; mas, quando a palavra descoberta causa uma percepção de revelação da verdade, criação, invenção de algo que não existia, ela leva a uma imagem deformada da NdC. Assim como ocorre com o trecho que aponta as implicações que a “invenção” dos gelos de *spin* trouxe à pesquisa e a “criação” de análogos aos monopolos magnéticos.

[15a] [...] a invenção dos chamados gelos de spin artificiais facilitou bastante os trabalhos experimentais dos pesquisadores que atuam na área de monopolos magnéticos. (p. 41)

[2a] Isso, no entanto, não tem impedido que pesquisadores criem e manipulem análogos a monopolos magnéticos em seus laboratórios nos últimos anos [...] (p. 39)

[3a] Monopolos magnéticos 'naturais' (de Dirac) ainda não foram encontrados, mas isso não impediu que os físicos criassem e observassem em seus laboratórios entidades análogas à partícula prevista pelo físico britânico ainda na década de 1930. (p. 40)

A maneira como o excerto traz as informações de experimentação pode dar a impressão de que os pesquisadores são os inventores de algo que se assemelha aos monopolos magnéticos – que não podem nem mesmo ser encontrados na natureza. Não estamos negando a importância dos resultados da pesquisa, mas sim alertando para o fato de que, mesmo que não se tenha a intenção, certas colocações podem levar a percepções deformadas do trabalho científico.

Em contrapartida os fragmentos trazidos abaixo apontam como finalidade da ciência questões que se aproximam de uma visão mais próxima da aceita em relação à NdC, no que diz respeito à construção do conhecimento através do estudo de um fenômeno, seja para compreender seu funcionamento ou visando as aplicações práticas:

[30f] [...] estudamos como atuam os circuitos gênicos do micro-organismo *Halobacterium salinarum*. (p. 36)

[31f] Queremos entender como esse organismo [...] detecta e responde aos sinais ambientais. (p. 36).

[32f] [...] busca compreender o funcionamento dos sistemas biológicos de maneira global [...] (p. 36)

[1f] A reprogramação de organismos, com vistas a aplicações biotecnológicas e biomédicas, é o objetivo da biologia sintética, uma nova área da ciência. (p. 32)

Com isso, identificamos nos textos características ligadas à dimensão motivacional da pesquisa científica, as quais demos o nome de *questionamentos e motivações da ciência*, em que agrupamos excertos que indiquem o que pode ter motivado o pesquisador a seguir determinado caminho, a fazer certas escolhas e não outras, e *finalidades da pesquisa/ciência*, em que identificamos as finalidades ou objetivos dos processos científicos, sendo esses intencionais ou não.

Os textos apontam como motivação da ciência e do cientista tanto fatores internos (articulação do próprio paradigma, a demanda da comunidade científica, questionamentos dos pesquisadores frente a problemas, oportunidades dentro do campo de pesquisa) quanto fatores subjetivos (interesse dos pesquisadores), o que auxilia na desmistificação da imagem rígida e utilitarista da ciência, contribuindo para uma visão mais humanizada do cientista e não neutra da ciência. Reforçamos que os textos analisados não apontam como motivação para o fazer ciência aspectos externos, o que não quer dizer que eles não sejam influenciadores da ciência, apenas que nas pesquisas descritas nos TDC analisados eles podem ter pouca influência na tomada de decisões ou não foram mencionados pelos pesquisadores.

Em relação à finalidade da ciência, pudemos verificar que as percepções sobre a NdC estão mais próximas de uma imagem deformada da ciência, podendo reforçar estereótipos de que a ciência descobre verdades, que ela busca um conhecimento verdadeiro, que se encontra pronto e acabado, ou que o cientista é um inventor, descobridor de coisas. Isso tudo pode reforçar percepções sobre o método empírico-indutivista e de ciência ateórica; sobre uma ciência rígida e infalível; para a visão de uma ciência acumulativa e linear, bem como ahistórica e reducionista; e a visão elitista do cientista, como sendo superior.

Porém, também foi possível verificar percepções ligadas à finalidade da pesquisa que se aproximam de uma imagem mais aceita sobre a NdC: a de que ela estuda fenômenos, mas sem a pretensão de descobrir algo novo, mas de buscar compreender e construir conhecimento. A maneira como elas foram abordadas no texto também reforçam o reconhecimento de teorias e hipóteses na ciência.

### 3) DIMENSÃO RESULTANTE

#### - A pesquisa gera resultados

Destacamos nas Dimensões Teórico-Metodológicas processos pelos quais as pesquisas abordadas nos TDC passaram. Neste momento, destacamos os resultados e informações que esses procedimentos forneceram. Como por exemplo o caso da detecção e estudo da radiação, já descritos, em que

[24b] [...] os detectores de Cherenkov vão enviando as informações para o centro de coleta de dados. A ordem de chegada desses sinais permite aos pesquisadores localizar a área de impacto do chuveiro, bem como a energia e a extensão do evento. (p. 33)

[25b] [...] permitem a determinação precisa de dados não só sobre o chuveiro, mas - tão importante quanto - sobre o raio cósmico que deu início ao evento. (p. 33)

Isso proporciona ao leitor uma visão geral da construção desta pesquisa, que vai desde as motivações para a construção do observatório, os procedimentos e equipamentos utilizados no processo de coleta de dados e os resultados obtidos.

Já o excerto [31b] traz parte do discurso de Cherenkov ao receber o prêmio Nobel, em que ele diz que o estudo da radiação mostrou que ele e seus colegas estavam lidando com um "*fenômeno inteiramente novo*".

[31b] [...] escreveu em sua palestra pelo recebimento do prêmio: "[...] uma investigação quantitativa mais detalhada desse processo luminoso nos permitiu encontrar um espectro de propriedades notáveis, a ponto de nos dar prova incontestável de que estávamos lidando não com um tipo comum de luminescência, mas com um fenômeno inteiramente novo; e de interesse extraordinário não só por sua relevância, mas também pelas muitas possibilidades de aplicações práticas." (p. 32)

A maneira como o próprio cientista fala pode gerar duas ideias: a de que os pesquisadores conseguiram identificar um fenômeno que já existia; ou a de que eles descobriram um fenômeno que até então não existia. Kuhn nos alerta que independente do que o cientista possa ver quando apoiado por um paradigma, após uma revolução ele estará olhando para o mesmo mundo, porém apoiado por um conjunto de conceitos que faz com que ele enxergue esse mundo de maneira diferente. Por isso, não podemos dizer que uma ideia ou outra está incorreta, mas sim que uma delas (a de que os pesquisadores descobriram um fenômeno que até então não existia) pode fazer com que o leitor tenha uma visão deformada do fazer ciência.

Verificamos que alguns trechos dos TDC que sugerem a ideia de que determinados conceitos são descobertos ou inventados pela ciência. Em

contrapartida, outras informações também trouxeram a ideia de que a ciência se faz através de pesquisas que estudam, identificam, supõem e, como no excerto [3d], registram um fenômeno.

[3d] Essa diminuição de eficiência promovida pela luz é chamado fotoinibição, tendo sido registrada pela primeira vez no final do século 19. (p. 21)

A menção do registro que evidenciou que o excesso de luz pode causar danos às células das plantas, não foi expressa como uma descoberta, mas sim como um processo resultante do estudo de um fenômeno. O que também foi sustentado no texto [i], que nos mostra que os resultados de uma pesquisa podem suscitar diversas implicações para os estudos, como no caso da verificação de que a reprodução das plantas é compatível com as teorias que as descrevem ou, inclusive, verificar um dado contrário ao que se acreditava em relação à passividade do órgão reprodutor feminino – o que também contribui para uma visão de conhecimento transitório.

[4i] Pesquisas mais recentes constataram não apenas que a seleção sexual é uma força importante na evolução e diversificação das plantas superiores, mas também que a variedade é essencial para o funcionamento de comunidades vegetais na natureza e para atividades humanas [...] (p. 39)

[5i] Darwin reconheceu dois mecanismos de seleção sexual [...] Esses mecanismos foram descritos a partir de comportamentos de disputas, brigas, cantos, danças [...] (p. 40)

[6i] Estudos recentes demonstram que o aparelho reprodutor feminino dos vegetais é tudo, menos passivo. (p. 42)

[7i] Ao aplicarmos esse princípio aos vegetais, pode-se prever que [...]

[8i] O princípio de Bateman ajuda a explicar, por exemplo, por que algumas plantas mudam de sexo ao longo da vida. (p. 41)

[18i] E estudos confirmaram que grãos com maior taxa de crescimento do tubo polínico geram plântulas com taxa de crescimento também maior. (p. 42)

A maneira como as colocações foram realizadas nos leva a perceber a ciência como uma forma de estudar fenômenos – explicar, verificar, formular modelos e hipóteses – auxiliando na explicação do seu funcionamento, por exemplo. O que contribui para uma visão mais aceita em relação à NdC, pois não estimula a visão de que a ciência irá desvendar ou descobrir coisas ao acaso.

Outra possibilidade que os resultados de uma pesquisa podem trazer é a constatação de que um fenômeno que acreditávamos ser de uma maneira, na verdade se comporta de outra. Como é o caso de observações que indicaram que o universo está em constante expansão, indo contra o paradigma de um universo estacionário.



[23c] [...] observações do final da década de 1920 mostraram que as galáxias estavam se afastando umas das outras, ou seja, o universo estava, de fato, em expansão. Einstein classificou a constante cosmológica como "o maior erro" da sua vida. (p. 41)

Essa passagem nos fornece duas informações: a primeira que a observação faz parte da pesquisa científica e que ela pode gerar resultados e auxiliar na formulação de hipóteses, apoiada por uma teoria; a segunda, de que essas observações confirmaram a hipótese inicial de Einstein de que o universo estava em expansão e poderia ter tido um início (VANZELLA, 2015). Devido a dificuldades enfrentadas na aceitação de sua hipótese, Einstein inseriu uma constante em suas equações para que elas se adequassem ao paradigma de um universo estático (que será discutido no próximo tópico). É interessante notar que, o próprio pesquisador coloca essa constante cosmológica como um de seus maiores erros, mostrando que o próprio cientista acaba por se responsabilizar ao ter que tomar atitudes, muitas vezes contrárias às evidências do seu próprio trabalho, para que ele possa ser aceito pela comunidade ou pela sociedade de uma forma geral. Isso pode nos auxiliar a perceber as influências internas e externas na construção do conhecimento e no próprio trabalho do cientista e também caracteriza o lado humano desse profissional.

O texto [g] aponta que testes realizados verificaram que o lixo eletrônico é tóxico para seres humanos e para o meio ambiente. O próprio TDC descreve uma série de parâmetros que foram verificados para que se chegasse à essa conclusão, inclusive esses resultados possibilitaram a formulação de leis que regulam o descarte desses materiais.

[1g] Isso foi comprovado em testes de toxicidade feitos com placas de circuito impresso pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos. (p. 38)

[2g] [...] estudos na Espanha confirmam a maior chance de ter câncer e outras doenças perto de unidades de reciclagem, reprocessamento e incineradores. (p. 38)

Ao trazer a ideia de que algo foi "*comprovado em testes*", o fragmento [1g] pode reforçar no leitor a percepção de que a ciência apresenta um conhecimento imutável e superior. Uma das críticas dos TDC (e da mídia de uma forma geral) é essa força de induzir as pessoas a determinadas ações, pois elas são "cientificamente comprovadas" (GAMA; ZANETIC, 2009). Porém, ao verificarmos os argumentos e colocações realizadas pelo pesquisador no texto de um modo geral (e não apenas pontual), podemos verificar que essa colocação traduz todo um estudo complexo realizado através de pesquisas nacionais e internacionais e apoiadas por órgãos

governamentais, para que se chegasse a esse resultado. O que nos faz enxergar a comprovação dos testes como algo maior do que uma ciência infalível, como algo que vem para indicar um problema que está sendo causado pelo descarte de lixo eletrônico e que já acarreta impactos possíveis de serem medidos.

Destacamos também que todo o resultado de uma pesquisa possui algumas limitações, que podem ser problemas de medições, interferências na coleta de dados, impurezas presentes no meio, entre outros fatores que podem implicar diretamente no resultado final de um estudo, como indicado nos trechos abaixo.

[22b] Mas esses detectores só podem atuar em noites limpas (sem nuvens) e se luar muito intenso, pois esse brilho interfere na captação da fluorescência. (p. 33)

[23b] [...] água ultrapura, para evitar a proliferação de micro-organismos que poderiam turvar a água. (p. 33)

[14h] [...] tem uma pequena variação, que podemos creditar ao erro rotineiramente presente em qualquer medida experimental. (p. 20)

Eles mostram que podem surgir interferências durante a coleta de dados que irão influenciar diretamente no resultado final. Por isso, é necessário conhecer quais são essas possíveis perturbações e planejar para que os desvios e implicações sejam minimizados. No caso do estudo descrito no TDC, a interferência está tanto em questões que não são controláveis pelos pesquisadores, como noites com nuvens que interferem na captação da radiação pelos equipamentos; como em interferências que podem ser controladas, como a qualidade da água utilizada ou a própria medição dos sinais pelos equipamentos, como descrito no excerto abaixo.

[10d] [...] proporciona um sinal que, se for medido de forma apropriada, pode fornecer informações qualitativas e quantitativas sobre uma grande variedade de eventos fotossintéticos [...] (p. 23)

A passagem nos mostra que independente do equipamento utilizado na coleta dos dados, é necessário um cuidado na hora das medições para que as informações sejam precisas e condizentes com o fenômeno estudado. Isso tudo nos faz perceber a falibilidade dos processos científicos, sujeitos a fatores que podem influenciar os resultados fornecendo informações imprecisas.

Outros excertos que apresentam essas adversidades que fazem parte da construção do conhecimento, no que diz respeito às pesquisas que buscavam detectar a radiação luminosa, puderam ser verificados no texto [b].

[12b] Mas os resultados sobre certas propriedades dos raios cósmicos [...] foram ambíguos. (p. 31)

[13b] [...] Nas primeiras décadas de estudo desse fenômeno - iniciadas ainda por volta de 1910 -, havia ainda muitas dúvidas e incertezas sobre a natureza e a origem desses núcleos. (p. 32)

[21b] [...] Porém, não obtiveram sucesso nesse procedimento: o tal efeito persistia. (p. 32)

No decorrer do próprio texto pudemos perceber que isso ocorria, pois, a fluorescência e os raios Cherenkov eram estudados separadamente e os equipamentos e técnicas existentes não eram suficientes para estudá-los. Isso mostra que existem alguns limites que são próprios da ciência e da tecnologia envolvida, como o próprio paradigma no qual o pesquisador está inserido, que pode limitar a sua visão sobre o fenômeno. Os problemas ou dificuldades enfrentadas para que uma pesquisa seja “bem-sucedida” não necessariamente são obstáculos do espírito científico, que não se arriscou em buscar “*abstrações mais audaciosas*” (BACHELARD, 1996, p. 09).

Já o excerto [6g] mostra que seja na contradição dos dados da análise ou na falta de estrutura e logística para sua coleta e tratamento, as dificuldades existem e não podem ser ignoradas.

[6g] A análise (em termos ecológicos) do ciclo de vida de eletroeletrônicos no país é dificultada [...]. Mesmo os dados disponíveis de consumo, fabricação e vida útil média são às vezes contraditórios. (p. 39)

### **- Implicações e aplicações da pesquisa científica**

Neste momento apresentamos as implicações e aplicações que são possíveis de se chegar através dos resultados, hipóteses e teorias construídas em uma pesquisa. Os resultados que acabamos de discutir, por exemplo, podem gerar implicações em outros estudos ou ainda para outros setores da sociedade, como o trecho [28a] que apresenta a possível implicação da pesquisa para o desenvolvimento de um produto.

[28a] Espera-se que os avanços nessa nova área levem aos chamados dispositivos magnetrônicos. (p. 42)

A hipótese de que esses estudos podem produzir dispositivos magnetrônicos – que funcionam a base da eletricidade gerada por elétrons – pode ou não acontecer, por isso o uso da palavra “*espera-se*”, dando a ideia de que a ciência é uma entidade complexa e mutável.

Quanto à utilização da palavra "avanços", podemos fazer as seguintes observações: quando se fala em avanços científicos, muitas das vezes, associamos essa ideia à acumulação de conceitos de maneira linear, o que gera o progresso científico (ALFONSO-GOLDFARB, 2004). No TDC, é colocado que a observação da atração e repulsão de pedras no século 8 a.C., os pressupostos teóricos de Dirac em 1930 e os estudos que ainda estão sendo realizados na área, o que pode ser interpretados como um avanço que vem "*progridido lentamente desde a Idade da Pedra até a ciência moderna europeia!*" (ALFONSO-GOLDFARB, 2004, p.78). Como o TDC mostra o desenvolvimento de uma pesquisa científica, o foco da discussão gira em torno dos pontos positivos em relação ao que foi alcançado e ao que espera-se alcançar, muitas vezes deixando de lado as frustrações e caminhos estudados que não chegaram ao resultado esperado, mas que de algum modo contribuíram para o conhecimento atual, podendo contribuir para uma visão analítica e reducionista sobre a NdC.

Já o excerto [26e] traz a ideia da temporalidade na construção do conhecimento, mostrando que pode-se levar muito tempo para que os pesquisadores consigam promover aplicações práticas e nem sempre essas aplicações podem ser úteis no cotidiano das pessoas.

[26e] Um grande intervalo de tempo separa essa descoberta de Einstein de suas notáveis aplicações práticas: somente na década de 1950, nota-se que a emissão estimulada permitiria construir dispositivos como o maser e o laser. (p. 18)

Porém, com a palavra descoberta, pode instigar a ideia que a teoria de Einstein eventualmente surgiu por meio do acaso, contribuindo para a percepção ateorica da ciência – o que o próprio TDC demonstra não ser o caso. De modo semelhante, o texto [i] aborda o conceito de seleção natural como uma nova forma de estudar e enxergar a reprodução das espécies, porém a maneira como isso foi colocado nos fragmentos [11i] e [17i], também pode estimular a ideia de que a ciência é uma chave que abre portas para soluções de problemas, encontrando verdades, o que pode levar o leitor a reforçar a imagem da infalibilidade da ciência.

[11i] O conceito de 'seleção sexual' foi a chave encontrada por Darwin para resolver o enigma. (p. 40)

[17i] [...] mas descobriu-se que quem define o momento da 'largada' da corrida é o órgão feminino. (p. 42)

Já os trechos [29a] e [1e], ao abordar as possíveis implicações das pesquisas, podem trazer a ideia do progresso acumulativo na ciência, porém, sob um olhar diferente do já visto no excerto [28a].

[29a] Os rápidos avanços no entendimento das características fundamentais das estruturas que simulam os monopolos magnéticos, bem como a comprovação da possibilidade de que essas estruturas podem ser manipuladas, são passos importantes para o futuro desenvolvimento e aplicação de dispositivos magnetrônicos, em substituição aos usados na eletrônica convencional. (p. 42)

[1e] O caminho que leva da análise do fenômeno de emissão de radiação por átomos, feita por Einstein, há cerca de 100 anos, até sua aplicação no primeiro laser, meio século atrás, é pavimentado por avanços cruciais da física teórica e experimental. (p. 16)

Se pensarmos que o texto relata um período de ciência normal, os pesquisadores estão imersos no paradigma, procurando articulá-lo e produzir o conhecimento com as bases teóricas que o sustenta. Isso faz com que a ideia de que o desenvolvimento dessa teoria (dentro do paradigma) pode causar avanços e aplicações importantes à área, condizentes com as ideias de Kuhn. Apesar disso, o que ressaltamos é o fato de que, dependendo de como o leitor recebe as informações, a ideia de progresso linear pode ser reforçada, por não mostrar possíveis controvérsias ou recusa enfrentadas no estabelecimento da teoria, principalmente no trecho [1e] devido à ênfase nos aspectos históricos dos estudos que levaram a produção do primeiro *laser* e as implicações que isso teve (e ainda tem) na ciência.

O trecho [26b] apresenta implicações dos estudos realizados no Observatório Auger para a própria ciência, como compreender a natureza e a origem do fenômeno estudado.

[26b] Nestes 10 anos de funcionamento, o Observatório Auger tem coletado, como nunca antes foi feito nessa área, uma quantidade significativa de dados que ajudam a entender a natureza e a origem desse fenômeno ainda intrigante. (p. 33)

É interessante notar que, diferentemente da maneira descrita na introdução do texto (trechos [1b], [2b] e [3b]), o excerto traz de uma maneira mais leve o impacto desses estudos: não com um tom determinante de descoberta e sim com a característica de buscar compreender um fenômeno. Entretanto, destacamos a presença de anacronismo quando se coloca a frase "*como nunca antes feito nessa área*", contribuindo para uma visão individualista e elitista do cientista. Não se pode negar que, com a construção do Observatório e com a incorporação das tecnologias disponíveis na atualidade, o desenvolvimento desta área foi grande se compararmos

com as décadas passadas. Eis a questão, o anacronismo ocorre quando olhamos para a ciência do passado com os 'olhos' do presente (ALFONSO-GOLDFARB *et al.*, 2004). Podemos inclusive realizar uma analogia com o princípio da incomensurabilidade, uma vez que as técnicas, conceitos, equipamentos e, inclusive, o modo de pensar do cientista nesse período sofreu mudanças, por isso, não é adequado realizar comparações entre conhecimentos, instrumentos e características de épocas distintas, pois isso também pode reforçar uma percepção ahistórica da ciência.

Outro trecho que apresenta implicações dos resultados de uma pesquisa para o estudo de outros fenômenos na ciência é o [16b], em que através de estudos realizados no observatório e dos resultados obtidos, foi possível que os pesquisadores apontassem a hipótese de que os buracos negros podem ser originados por raios ultraenergéticos.

[16b] Por essa razão, o Observatório Auger foi pensado para cobrir uma área de 3 mil km<sup>2</sup>, ou seja, para ser capaz de detectar 30 desses eventos por ano - resultados posteriores do próprio observatório indicaram que existe uma pequena probabilidade de que a origem dos ultraenergéticos talvez seja buracos negros habitando o centro das galáxias. (p. 32)

A autora coloca que os resultados indicam que há uma pequena probabilidade dessa possível origem dos buracos negros, ou seja, não se pode afirmar com base nos dados obtidos. Isso porque os conceitos, metodologias e equipamentos, estão em constante mudança, apoiados pelas teorias que os regem, estabelecendo novas relações com o fenômeno (KUHN, 2013) – uma nova forma de interpretá-lo. Assim como o trecho [21c], que apresenta o impacto da teoria da relatividade na maneira como o universo era percebido, trazendo hipóteses que estavam em desacordo com pensamentos sobre sua origem.

[21c] Logo em 1917, Einstein percebeu que sua teoria não favorecia a ideia de que o universo fosse estático [...] possivelmente, tendo até tido um início. (p. 41)

Outra implicação da teoria da relatividade foi a possibilidade de explicar um fenômeno que, até então, era considerado uma anomalia, como a órbita de Mercúrio que não conseguia ser explicada pela teoria anterior.

[17c] A primeira delas foi a explicação de uma anomalia na órbita de Mercúrio [...] que não podia ser completamente explicado pela gravitação de Newton. (p. 41)

Os fragmentos [16b], [17c] e [21c], possibilita percebermos que a complexidade da construção do conhecimento acarreta na sua constante (re)organização, num processo de transição e conflitos entre conceitos que não se encontram acabados. Assim como o excerto [6e], quando apresenta que a teoria em vigor não era compatível com as evidências experimentais realizadas com base na equação de Planck. Deste modo, os estudos do efeito fotoelétrico possibilitaram uma revolução científica e um novo modo de olhar e estudar os fenômenos.

[6e] Planck mostrou que sua fórmula implicava uma descontinuidade na troca de energia entre um sistema elementar (átomo ou molécula) e a radiação. (p. 17)

[7e] [...] iria mudar os rumos da ciência nas décadas seguintes. (p. 17)

[11e] Com essa conclusão, começa uma aventura do conhecimento que iria revolucionar nossa compreensão do universo e também nosso cotidiano: daí surgiram o laser, os aparelhos de ressonância [...] (p. 18)

[35e] Os trabalhos de Glauber e Sudarshan mostram não só que um feixe de luz térmica e mesmo um de luz laser podem ser descritos como se fossem campos eletromagnéticos clássicos (como flutuações estatísticas), mas também que outros tipos de luz poderiam existir e que não admitiriam uma descrição clássica. (p. 21)

Já a passagem [35e] apresenta as implicações provenientes dos estudos de dois pesquisadores, que acabaram apontando a hipótese da existência de outros fenômenos que também não eram descritos pelo paradigma da física clássica. Além de menções ao trabalho coletivo, o excerto admite a formulação de hipóteses, que não foram baseadas em experimentos e descobertas, através de estudos e suporte teórico.

O TDC [f] apresenta algumas possíveis implicações dos estudos para a sociedade, relacionadas a melhoria da qualidade de vida e resolução de problemas, como barateamento de remédios.

[22f] A maior parte das aplicações obtidas ainda não chegou ao nosso cotidiano, mas os estudos comprovam que esses cenários são possíveis. (p. 35)

[23f] Um produto da biologia sintética que já começou a ser produzido é um medicamento destinado a combater a malária [...]. O processo torna o medicamento mais barato e permite um fornecimento mais estável, o que deverá ajudar no controle da doença. (p. 35)

[24f] A velocidade com que vêm surgindo novos resultados das pesquisas em biologia sintética indica que esse novo campo, em poucos anos, poderá gerar muitos outros produtos, com diferentes aplicações, trazendo efetivos benefícios à sociedade. (p. 35)

[36f] [...] permitem acreditar que a biologia sintética ganhará destaque e trará melhorias para a qualidade vida humana. (p. 32)

[37f] O interesse em torno do tema permite acreditar que, em pouco tempo, a biologia sintética ajudará, de maneira responsável, a encontrar soluções para problemas críticos ligados ao meio ambiente e à vida humana. (p. 37)

Não podemos negar que direta ou indiretamente o conhecimento científico pode trazer benefícios (ou malefícios) para a sociedade, entretanto, destacamos o fato de que esse não necessariamente seja um objetivo primeiro em uma pesquisa. A visão utilitarista ingênua da atividade científica já é muito presente na percepção dos alunos, sendo necessária a discussão dos vários objetivos e implicações da ciência, para que se tenha uma visão mais ampla sobre seu funcionamento.

Uma colocação importante nos excertos abaixo é a menção da ficção científica, em que é possível diferenciar aquilo que aparece nessas histórias da ciência realizada pelos pesquisadores: elas são diferentes, porém, pode ser que em algum momento a pesquisa científica possa alcançar as expectativas das histórias de ficção, mas nem tudo o que é ficção faz parte do cotidiano científico.

[7f] [...] já começaram a tornar realidade alguns cenários antes restritos à ficção científica. (p. 32)

[8f] Parece ficção científica, mas não é. Esse panorama ainda não faz parte do cotidiano, mas já está sendo desenhado nos laboratórios de biologia sintética, área de pesquisa que trabalha para trazer essas aplicações para o dia a dia. (p. 33)

[9f] [...] parecem exercício de futurologia, mas são resultados reais. (p. 35)

Já o TDC [g] apresenta dados de pesquisas e relatórios oficiais que mostram como o lixo eletrônico vem se tornando um problema para o meio ambiente e para a sociedade de um modo geral. Com base nesses estudos, leis estão sendo desenvolvidas para tentar controlar e minimizar esses problemas, o que mostra mais uma vez a influência da pesquisa científica na sociedade.

[4g] Uma resposta à geração acelerada de lixo eletrônico são as leis [...] (p.40)

Por fim, apresentamos algumas dificuldades relacionadas às possíveis aplicações da pesquisa. O excerto [18a] relata as limitações das pesquisas com os gelos de *spin* naturais, devido às suas condições extremas de manipulação, o que dificulta a aplicação do material.

[18a] Há, hoje, grande interesse no estudo dos gelos de spin, mas a difícil reprodução desses materiais naturais em laboratório e seus efeitos - só observados a temperaturas muito baixas, próximas do zero kelvin (cerca de



273° celsius negativos) - torna impossível sua aplicação imediata em dispositivos práticos. (p. 41)

Isso é um indício de que na ciência existem fatores que dificultam o trabalho do pesquisador, sendo necessário formular novas alternativas, novos processos que buscam diminuir essas limitações, como apresentado no TDC, o desenvolvimento de materiais artificiais, ou com uso de tecnologias computacionais, como a simulação apresentada no texto [f], ao expressar algumas dificuldades enfrentadas nas aplicações práticas do estudo.

[33f] Uma das principais limitações da biologia sintética, hoje [...]. Isso dificulta obter algumas das aplicações almejadas [...] (p. 37)

As características descritas dentro desta dimensão (somadas ao TDC de uma maneira geral) se relacionam com uma divulgação de caráter mais “*instrumental*” (CASTELFRANCHI, 2010, p. 14), no sentido que apresenta a prática científica como um instrumento que gera aplicações práticas de seus resultados, sendo importante para a tomada de decisões conscientes pelos leitores, porém pouco se motiva em apresentar a ciência como elemento cultural importante para a sociedade.

Identificamos nos textos essas características ligadas aos resultados e consequências de uma pesquisa científica (dimensão resultante), os quais agrupamos em: *a pesquisa gera resultados*, em que são descritos os resultados das pesquisas, suas controvérsias e limitações; e *implicações e aplicações da pesquisa científica*, em que são apontadas as implicações que esses resultados puderam proporcionar para a própria ciência e para a sociedade.

Os resultados são consequência da construção da ciência e podem suscitar diversas implicações para os estudos. Ao abordá-los, os textos tendem a trazer uma percepção de ciência que se aproxima das ideias mais aceitas sobre a NdC, contribuindo para a ideia de que a ciência constrói conhecimento através do estudo de fenômenos e que a comprovação de testes não se resume a busca de verdades, pois o conhecimento é transitório e, portanto, falível.

As limitações desses processos também humanizam a ciência e o cientista e os textos trazem, de um modo geral, alguns exemplos de como isso ocorre na construção do conhecimento, tanto em relação a questões que podem ser controladas pelos pesquisadores, quanto em relação a questões que não são controláveis por

eles, mostrando que são pessoas comuns e que as adversidades que fazem parte da NdC.

Os textos mostram que os resultados das pesquisas, podem impactar internamente na ciência, gerando implicações para o estudo de outros fenômenos (ou de um mesmo fenômeno sob uma diferente perspectiva), para formulação de hipóteses ou para a construção de um novo paradigma, o que traz a percepção de conhecimento transitório e da ciência como tradição cultural e histórica através da menção das controvérsias. Mas os TDC também apontam para as implicações externas à ciência, que geralmente estão atreladas às aplicações práticas do conhecimento na sociedade, tanto para a geração de produtos ou, inclusive, de leis ambientais, trazendo a percepção da não neutralidade na ciência.

Apesar de, em sua maioria, os textos apresentarem percepções sobre a NdC que se aproximam das ideias mais aceitas descritas neste trabalho, foi possível verificar algumas ideias deformadas sobre a ciência, principalmente as ligadas a uma ciência baseada em descobertas e invenções, ligadas à percepção empírico-indutivista e atórica, e a uma visão de ciência progride acumulando conceitos de maneira linear. Também foi possível identificar a presença de anacronismos, que pode se relacionar com a percepção de uma ciência aproblemática e ahistórica, bem como a visão elitista do cientista, quando este é visto como precursor de determinado conceito ou de determinada invenção, por exemplo.

### **3) DIMENSÃO HISTÓRICO-TEMPORAL**

#### **- Aspectos culturais e temporais na construção do conhecimento**

A ciência é uma construção que se modifica ao longo da história, se transforma de acordo com um conjunto de paradigmas de uma determinada época. Essa visão foi detectada já nos trabalhos de Bachelard, Kuhn e Feyerabend, que buscaram evidências históricas para sustentar suas ideias em relação à construção da ciência. Considerar a ciência como um empreendimento histórico é também reconhecer as influências de determinados períodos na sua construção, como fatores políticos, econômicos e sociais, externos à própria ciência (BORGES, 1996).

O excerto [5a] apresenta uma ciência que vem sendo produzida histórica e culturalmente, enfatizando a história da ciência ocidental. Isso mostra, mesmo que de

modo sutil, que outras culturas podem ter abordado um mesmo conhecimento de maneiras distintas ou ainda em diferentes épocas, por exemplo.

[5a] Desde a observação da atração e repulsão entre certas pedras - atribuída, na história da ciência ocidental, a gregos da região da Magnésia, por volta do século 8 a.C. - sabe-se que [...] (p. 39)

Já o trecho [12c] traz a ideia de que, mesmo após o estabelecimento de um paradigma, é necessário certo tempo para que aquele conhecimento se articulasse e chegasse à forma como conhecemos hoje.

[12c] O cerne da nova teoria da gravidade estava estabelecido, mas três anos ainda se passariam até que a nova teoria tomasse sua forma final. Em 25 de novembro de 1915, Einstein chegaria às equações da gravidade que hoje levam seu nome. (p. 40)

Isso traz a ideia de que a ciência tem um tempo para ser construída e que, mesmo uma teoria já aceita pela comunidade científica não é imediata, mas leva anos para que tenha uma "*forma final*". Ainda assim, permanece com essa última sentença a ideia de que em um determinado momento aquele conhecimento está pronto e acabado, não sendo passível de ser reformulado.

O texto [i] traz a ideia que nada é tão simples e rápido na ciência, que a construção do conhecimento leva tempo, que mesmo uma proposta bem fundamentada nem sempre possuiu aplicação imediata ou que era aplicada em determinados casos (animais) e em outros não (vegetais) ou, ainda, leva tempo para ser aceita entre os pares.

[12i] [...] embora proposto por Darwin em 1859, no livro A origem das espécies por meio da seleção natural, só seria discutido a fundo por ele em 1871, no livro A origem do homem e a seleção sexual. (p. 40)

[13i] [...] embora o conceito de seleção sexual tenha sido um avanço extraordinário para a teoria da evolução, ele ficou restrito ao reino animal. Um século se passou até que a biologia conseguisse aplicar o conceito de seleção sexual às plantas. (p. 40)

Porém, quando fala de "*um avanço extraordinário*", o TDC pode trazer a ideia de que a ciência é acumulativa e linear, assim como o excerto [1i].

[1i] [...] a evolução dessas características é entendida por meio do conceito de seleção sexual, proposto há cerca de 150 anos pelo naturalista Charles Darwin. (p. 38)

Já o excerto [2e] traz a ideia de que "*algum tipo de progresso inevitavelmente caracterizará o empreendimento científico*" (KUHN, 2013, p. 274), não de forma acumulativa e linear, mas sim fruto de processos de construção complexos, que levam

décadas na busca de compreender e estudar fenômenos e, eventualmente, chega-se a construtos teóricos, que nem sempre são aceitos pela comunidade.

[2e] A partir de 1960, a área de óptica quântica avança em ritmo acelerado e o laser se torna verdadeiramente 'a luz do século 20'. (p. 20)

Isso só foi possível notar com a leitura global do texto, uma vez que a frase anterior, por si só, não pôde nos dar essa visão mais ampla do que seria esse “*avanço*” e como ele se deu, podendo nos fazer interpretá-lo como algo que se afastaria das ideias mais adequadas em relação à NdC, por talvez induzir a percepção de uma ciência que busca verdades através da acumulação de conceitos infalíveis.

Encontramos outros trechos dos textos que trazem essa característica temporal de uma maneira que contribui para uma visão de que o conhecimento é transitório e pode vir a se modificar com o tempo, como no caso das passagens abaixo:

[6a] Até o presente momento, não foi possível separar os dipolos magnéticos (norte e sul) de uma partícula subatômica para obter apenas um monopolo magnético. (p. 40)

[24c] Hoje, sabemos que o universo [...] não só está se expandindo, mas que faz isso, nos últimos 6 bilhões de anos, de forma acelerada. (p. 41)

[25c] [...] a relatividade geral é, até o momento, a única ferramenta que nos permite vislumbrar 95% dos constituintes da natureza. (p. 42)

Os trechos apresentam características temporais - “*hoje*” e “*até o momento*” - para descrever algumas questões conhecidas ou evidenciadas pelos cientistas, mas que não eram possíveis de se saber antigamente ou que podem vir a se modificar no futuro. Isso mostra que a ciência é problematizada em um determinado tempo, vinculada aos conhecimentos e instrumentos disponíveis para o estudo dos fenômenos em determinada época.

Também foi possível notar a ideia de descoberta atrelada aos acontecimentos históricos, como no excerto abaixo:

[27b] Desde o século 19, quando a radiação foi descoberta [...] (p. 32)

Não estamos negando a evidenciação da radiação como um marco importante para a construção do conhecimento, mas sim apontando novamente para o peso que determinadas palavras podem ter na percepção deste leitor. Chauí (2000) salienta que o conhecimento adquirido através dos sentidos – neste caso com a leitura – são significados por nós pela maneira como os percebemos, através de toda a nossa vivência histórica e social. Deste modo, um aluno, por exemplo, que só tenha contato

com uma visão estereotipada da ciência, ao se deparar com a palavra descoberta, pode automaticamente perceber o cientista como descobridor de verdades – o inventor da radiação.

### - Presença de controvérsias científicas e a quebra do paradigma

A partir do momento que compreendemos a ciência como um empreendimento histórico, percebemos que em diversos momentos os conflitos entre as várias formas de pensar determinado fenômeno podem conviver. Quando há um desentendimento entre programas de pesquisas concorrentes ou quando uma crise resulta na busca de um novo paradigma, por exemplo, teorias podem dividir a comunidade científica até que uma delas se sobressaia e passe a ser seguida. Essas controvérsias fazem parte da construção do conhecimento e muitas vezes são omitidas, podendo causar uma compreensão reducionista e neutra da ciência (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001).

O texto [c] ao apresentar o estabelecimento da teoria da relatividade, traz diversos trechos que sugerem, mesmo que de maneira sutil, essas controvérsias. Um desses momentos é quando apresenta a controvérsia entre as teorias da relatividade e a gravitacional de uma maneira anacrônica, como pode ser observado no excerto [6c].

[6c] A descrição da gravidade proposta cerca de 2,5 séculos antes pelo físico britânico Isaac Newton (1642-1727) se tornou inconsistente com o novo paradigma da relatividade introduzido por Einstein em 1905. (p. 39)

O texto traz a percepção de que as teorias são análogas a dois programas que concorrem entre si, até que um deles se mostra superior ao outro e o suplanta. Entretanto, quando buscamos informações sobre como a teoria da relatividade foi construída<sup>2</sup> observamos que ela condiz mais com a acumulação de anomalias que geraram uma revolução científica e, conseqüentemente, a emergência de um novo paradigma, como o próprio TDC nos leva a concluir em outros momentos.

Um exemplo disso pode ser visto no fragmento [18c] que informa sobre um período de convivência entre duas teorias, em que os resultados (cálculos) gerados por ambas eram muito parecidos em algumas situações, mas não em outras.

[18c] [...] a teoria da relatividade geral dava resultados muito parecidos com os da gravitação de Newton quando os campos gravitacionais eram fracos.

---

<sup>2</sup> RENN, J. A física clássica de cabeça para baixo: como Einstein descobriu a teoria da relatividade especial. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 27, n. 1, p. 27-36, 2004.

Mas a diferença entre as duas teorias se acentuava à medida que o campo gravitacional fosse mais intenso. (p. 41)

[19c] A relatividade geral já nascia com um fato empírico a seu favor. (p. 41)

Já o excerto [19c] traz a informação de que, ao explicar de maneira satisfatória a órbita de Mercúrio, a teoria da relatividade acabava se fortalecendo como um novo paradigma em relação à teoria da gravitação. Assim como nos trechos já apresentados, o texto como um todo indica que a teoria gravitacional não deve ser tratada como um erro na ciência ou como algo que atrasou o "desenvolvimento" do conhecimento, mas sim que ela conseguiu explicar determinado fenômeno de maneira satisfatória. Inclusive, a teoria da relatividade só pode ser formulada devido a "*um desenvolvimento de longa duração dos sistemas de conhecimento da física clássica*" (RENN, 2004, p. 35), sem o qual Einstein não teria bases teóricas para sustentar suas ideias, ou melhor, sem alguns conceitos fundamentais ele não teria a possibilidade de sequer teorizar sobre esse fenômeno – o que traz a percepção de que são necessárias teorias prévias a observações e o conhecimento é transitório.

Outro fato interessante é que o próprio cientista, ao se deparar com o fruto de sua teoria, pode se opor a ele. Destacamos o excerto [26c] que se refere à possibilidade de se teorizar sobre os buracos negros a partir da teoria da relatividade.

[26c] Embora o próprio Einstein aparentemente nunca tenha aceitado a existência desses objetos exóticos (frutos de sua própria teoria), hoje é inconcebível acomodar todas as observações astronômicas sem fazer uso da existência de buracos negros. (p. 42)

Conforme o fragmento nos mostra, o próprio Einstein não aceitava a sua existência, mesmo com sua teoria possibilitando teorizar sobre eles. Isso pode nos fazer refletir sobre quais as escolhas e convicções que levam ao cientista a aderir ou não a uma teoria, hipótese ou mesmo admitir a existência de um evento, embasados teoricamente, se não por fatores subjetivos.

Verificamos esse mesmo fato no TDC [e], em que o paradigma da física clássica se encontrava estabelecido, dificultando o recebimento da hipótese dos quanta de luz pela comunidade científica. Einstein - quem formulou esta hipótese - também acreditava que esse era um conceito provisório na ciência, pois ia em desentendimento com as evidências experimentais da teoria ondulatória.

[12e] A hipótese dos quanta de luz foi recebida com relutância pela comunidade científica da época, pois parecia contradizer experimentos que demonstravam o fenômeno de interferência da luz, típico de um comportamento ondulatório. (p. 18)

[13e] [...] o próprio Einstein manifesta sua dificuldade em aceitar essa conjectura: "Insisto no caráter provisório desse conceito, que não parece ser reconciliável com as consequências experimentalmente verificadas da teoria ondulatória". (p. 18)

[14e] [...] considera a hipótese dos quanta de luz como um deslize do candidato: "Que ele tenha, algumas vezes, errado o alvo em suas especulações, como, por exemplo, em sua hipótese dos quanta de luz, não pode realmente ser usado contra ele, pois não é possível introduzir ideias realmente novas, mesmo nas ciências mais exatas, sem algumas vezes assumir um risco". (p. 18)

Isso nos mostra que os próprios cientistas acreditam no caráter provisório da ciência e, mais do que isso, que o obstáculo gerado pelo conhecimento seguro, pelas convicções teóricas e experimentais - a experiência primeira (BAHELARD, 1996) -, pode fazer com que uma hipótese seja considerada um erro. Entretanto, o último trecho destacado mostra que é necessário que o cientista se liberte das amarras do senso comum e proponha "*abstrações mais audaciosas*" (BACHELARD, 1996, p. 09).

Por outro lado, quanto mais um dado se afasta dos conceitos aceitos na ciência, mais desconfianças e questionamentos são direcionados para aquele estudo, pois, mesmo que se valorize o conhecimento novo ele também pode ser motivo de dificuldades enfrentadas para o reconhecimento dos pares, e "*é justamente nesse processo de discussões entre os pesquisadores que o conhecimento vai sendo construído*" (OLIVEIRA; GONTIJO, p. 21, 2015).

[3i] Esses embates vêm sendo confirmados, mas por muito tempo foram desconhecidos - até pelo maior evolucionista de todos, Charles Darwin (1809-1882) - ou contestados. (p. 39)

Além da contestação pelos pares, o excerto [3i] nos mostra que nem todo conhecimento se encontra pronto e acabado, que algo que não se conhecia ou que se acreditava ser de outra maneira, são verificados através de estudos e passam a fazer parte de um novo modo de pensar na ciência. Porém, ao mesmo tempo, o excerto traz a percepção do cientista como sendo superior, uma vez que Darwin, o "*maior evolucionista*", não conseguira desenvolver aquele conhecimento antes.

Quando admitimos a presença de controvérsias na ciência, também estamos admitindo a transição do conhecimento, pois, em determinado momento, um daqueles paradigmas irá prevalecer em relação ao outro, orientando os estudos realizados a partir de então. Ressaltamos que ao abordarmos os paradigmas estaremos nos referindo a algumas características básicas que guiam a comunidade científica – ou são guiados por ela – , com base na epistemologia Kuhniana. Podemos citar entre

essas características: as crenças, valores, técnicas, o conjunto de teorias ou disciplinas que sustentam essa matriz, os símbolos e instrumentos compartilhados e, citamos ainda, a própria visão de mundo do cientista guiada por essas características.

Ressaltamos que esses atributos não estão sendo colocados para delimitar a complexidade do termo paradigma, mas sim para guiar e auxiliar na compreensão das discussões realizadas nos TDC, principalmente no que diz respeito à ruptura entre paradigmas, como no caso do texto [c] que apresenta a ruptura entre o paradigma newtoniano e o relativístico.

[2c] Com a teoria da relatividade geral, a mais cotidiana das interações fundamentais conhecidas, a gravidade, ganhou uma interpretação profunda. E até mesmo fantástica: esse fenômeno deixou de ser entendido como resultado de uma força e passou a ser visto como efeito colateral da geometria curva do universo. (p. 39)

É possível verificar no trecho [2c] que os conceitos são descritos como uma mudança na maneira de estudar e compreender determinado fenômeno – e não na perspectiva de descobri-lo – o que se aproxima das ideias mais aceitas em relação à ciência.

Segundo os autores, Einstein sentiu a necessidade de modificar sua teoria, uma vez que suas hipóteses e previsões estavam em desacordo com pensamentos sobre a origem do universo, mostrando que ele poderia ter tido um início, ou seja, não se adequavam ao paradigma vigente.

[22c] Era a primeira vez que uma questão podia ser abordada de uma maneira científica. Einstein não era imune aos preconceitos de sua época e resolveu modificar sua teoria, introduzindo nela a chamada constante cosmológica, para que as equações se conformassem com um universo estático e eterno. (p. 41)

Isso mostra que algumas dificuldades enfrentadas pelos cientistas em seus estudos são tanto fatores internos à ciência, como a aceitação por parte da comunidade científica, quanto fatores externos, como as crenças e a própria sociedade, que acabam por influenciar na construção do conhecimento científico.

A complexidade do conhecimento científico se traduz na construção da ciência, que está sempre se (re)organizando e se construindo, em um processo de conflitos entre conceitos que não se encontram acabados. O que mostra a transitoriedade deste conhecimento, suas rupturas e discontinuidades.

[5e] A física clássica previa, no entanto, que a intensidade luminosa emitida por um corpo [...] Assim, a cor violeta predominaria nos corpos aquecidos, contrariamente à evidência experimental. (p. 17)



[9e] No caso do efeito fotoelétrico, a física clássica previa que a energia dos elétrons deveria aumentar somente com o aumento da intensidade da luz. Mas os experimentos mostravam que uma maior intensidade da luz apenas fazia saltar maior quantidade de elétrons, mas todos com a mesma energia. (p. 17)

[10e] Einstein, com base nos quanta de luz, mostrou que cada elétron emitido corresponde à absorção de um fóton cuja energia é proporcional à frequência. (p. 18)

Os excertos [5e] e [9e] indicam conflitos entre a teoria em vigor – a física clássica – e os dados obtidos pelo estudo do efeito fotoelétrico, mostrando que não era compatível com as evidências experimentais realizadas com base na equação de Planck – anomalias (KUHN, 2013) que não puderam ser explicadas pelo paradigma vigente. Após uma teorização sobre o fenômeno observado experimentalmente (excerto [10e]) é que foi possível explicar o que ocorria. Deste modo, temos a observação e experimentação como partes da construção do conhecimento, fornecendo subsídios para a formulação de hipóteses e teorias. Ressaltamos que essa é uma das formas de se fazer ciência, não podendo ser considerada um método universal.

A ideia da transitoriedade do conhecimento científico, mostrando que este não se encontra pronto e acabado, que sofre rupturas e discontinuidades em sua (re)construção, também pode ser verificada nos trechos abaixo:

[7c] O princípio da equivalência de Einstein é uma reinterpretação de um fato bem conhecido na teoria de Newton [...] (p. 39)

[8c] Einstein percebeu que esse fato, sozinho, possibilitava interpretar a força da gravidade como uma força de inércia [...] (p. 40)

[3c] Da 'criação', evolução e (ainda misteriosa) constituição do universo aos abismos de tempo e espaço escondidos no interior dos buracos negros, a relatividade geral transformou para sempre nossa visão de natureza. (p. 39)

Evidenciamos que o texto contém palavras que geram uma visão mística da ciência, como no trecho [3c], porém, elas não estão diretamente ligadas à ciência, e sim à constituição do universo que por ser desconhecida é considerada no TDC como sendo misteriosa. Diferentemente de outros excertos no texto [c], que ainda serão apresentados, a teoria da relatividade não é colocada como aquela que vai desvendar ou descobrir a origem do universo, mas sim como uma possibilidade de compreender e estudar o fenômeno de uma nova forma – de olhar um mesmo fenômeno e enxergar diferentes possibilidades que antes não se conseguiria notar.

Além disso, é trazida ao final do texto [c] a colocação de que cientistas acreditam que a teoria da relatividade deva ser reformulada ou que um novo paradigma – que abarque os conceitos da física quântica – possa ser implementado, trazendo mais uma vez a ideia de que a ciência está em constante construção e seu conhecimento é transitório.

[28c] Novo paradigma? Cem anos depois da sua formulação, há quem diga que a relatividade geral tenha que ser substituída por uma versão que se adeque ao paradigma introduzido pela física quântica [...] (p. 42)

[29c] Ou, talvez, as duas teorias tenham que ser reformuladas. (p. 42)

[30c] [...] independente do que venha a ocorrer, é quase certo que continuará sendo uma valiosa ferramenta na exploração do universo. (p. 42)

Mesmo uma teoria que se sustentou por mais de 100 anos como um novo paradigma na ciência pode ter dificuldades para explicar determinados fenômenos que passaram a ser identificados atualmente, como no caso dos fenômenos quânticos cujas dimensões são próximas ou abaixo da escala atômica. Contudo, isso não reflete no fato de que a teoria da relatividade – assim como a newtoniana – é um conhecimento que faz parte da construção da ciência.

A incomensurabilidade entre os paradigmas nos impede de compará-los e de medirmos seu sucesso ou fracasso, por isso, ressaltamos que, ao abordar esse assunto é importante que se enfatize a transitoriedade do conhecimento, que sofreu crises e descontinuidades em seu processo de construção, para que ele possa deixar de ser percebido como verdade absoluta, imutável e superior; tomando o cuidado para que não seja transmitida a ideia de que um novo paradigma tenha vindo substituir um conhecimento considerado “falso” ou que tenha atrapalhado a construção da ciência (ALFONSO-GOLDFARB, 2004, p. 72).

De modo semelhante, o fragmento [8e] nos remete à não linearidade na ciência, ao indicar que um raciocínio que se tinha por muito tempo se mostrou incompatível com as evidências matemáticas e experimentais – o que não quer dizer que este pensamento está incorreto, pois ele faz parte do processo científico.

[8e] Essa descoberta contrariava, assim, uma linha de pensamento perseguida desde a antiguidade [...] (p. 17)

Porém, a maneira como a informação foi colocada no TDC pode reforçar uma imagem deformada da ciência, tanto com o uso da palavra “contrariava”, que pode sugerir a ideia de refutação de algo que estava incorreto e que atrapalhava o

desenvolvimento da ciência – ciência rígida e infalível que acumula conceitos; quanto com o uso da palavra "descoberta", que carrega um certo estereótipo de ciência que cria e desvenda verdades. Apresentamos abaixo outros trechos que podem levar a percepções deformadas em relação à ciência ao leitor.

[13c] Unindo todas as peças do quebra-cabeça, a teoria da relatividade geral, como foi chamada, aboliu o conceito de força gravitacional: agora, uma maçã solta no ar cai em direção ao chão não porque há uma força puxando-a para baixo, mas porque a trajetória de queda é a 'mais retilínea possível' na geometria do espaço-tempo distorcida pela massa da Terra. (p. 40-41)

[14c] Do mesmo modo, o Sol não mais exerce uma força sobre a Terra e os outros planetas; apenas deforma a superfície à sua volta [...] (p. 41)

A maneira como os trechos foram escritos, para um leitor que tenha uma visão limitada e/ou unilateral da NdC, pode sugerir que a teoria da relatividade faz com que a natureza mude o seu comportamento: deixando de se comportar de acordo com os conceitos da força gravitacional e passando a se adaptar às deformações do espaço-tempo, como se a ciência estivesse impondo leis para a natureza seguir (POPPER, 1980), por ser um conhecimento superior e infalível.

Contudo, uma visão que condiz com ideias mais aceitas sobre a NdC, e já indicada por Kuhn, aponta para o fato de que a maneira como os pesquisadores passam a explicar o fenômeno muda, pois o seu olhar em relação a ele está amparado por um novo paradigma. Não é a natureza que se adequa às leis e teorias científicas, mas elas que buscam estudar, explicar e deduzir os fenômenos naturais (PRAIA *et al.*, 2002).

Ao mesmo tempo, logo no início do tópico seguinte (trechos [15c] e [16c]), o texto usa palavras que indicam uma "nova maneira de entender a gravidade", o que sugere uma ideia mais próxima à mudança da percepção do pesquisador frente a um mesmo fenômeno quando guiado por um novo paradigma, como pode ser observado nos destaques abaixo:

[15c] Essa nova maneira de entender a gravidade levou a consequências imediatas. (p. 41)

[16c] A teoria mudou dramaticamente a maneira como vemos o universo. (p.41)

Assim como os excertos [15i] e [16i], que apontam como os novos estudos e teorias possibilitadas pela área da biologia sintética possibilitaram verificar coisas que antes não eram possíveis.

[15i] O trabalho quebrou a visão ingênua de que plantas da mesma espécie colaboram entre si [...] Ao contrário do que se pensava, características sexuais secundárias também são encontradas em plantas. (p. 40)

[16i] Acreditava-se que os grãos de pólen mais bem-sucedidos na fertilização seriam os que chegavam primeiro no estigma, mas [...] (p.42)

Kuhn já apontava que quando um cientista está imerso dentro de um paradigma é difícil que ele reconheça outras formas de estudo ou outros paradigmas, sendo necessária, em alguns casos, uma nova geração que não tenha influências tão fortes dos estudos anteriores para que possam aderir à nova área.

“Embora algumas vezes seja necessária uma geração para que a mudança se realize, as comunidades científicas seguidamente têm sido convertidas a novos paradigmas. Além disso, essas conversões não ocorrem apesar de os cientistas serem humanos, mas exatamente porque eles o são. Embora alguns cientistas, especialmente os mais velhos e mais experientes, possam resistir indefinidamente, a maioria deles pode ser atingida de uma maneira ou de outra.” (KUHN, 2013, p. 251).

Destacamos que o texto [f] destaca a importância de que uma nova geração de cientistas se envolva na área da biologia sintética, o que pode sugerir essa libertação do pesquisador de teorias que o impediriam de enxergar o novo, também condizentes com as ideias de Bachelard. O TDC inclusive faz menção a uma competição internacional criada para que estudantes conheçam essa nova área de pesquisa, incentivando o interesse por ela.

[4f] O engajamento de jovens cientistas e os avanços nas técnicas biomoleculares e genéticas [...] (p. 32)

[5f] Para que as promessas da biologia sintética se tornem reais, é necessário o engajamento da nova geração de cientistas. (p. 37)

Além disso, os excertos acima fazem menção ao trabalho de jovens pesquisadores, possibilitando a quebra do estereótipo do cientista mais velho, presente na percepção de alunos e professores.

Na dimensão histórico-temporal, agrupamos os fragmentos dos TDC que mencionam: os *aspectos culturais e temporais na construção do conhecimento*, mostrando que a ciência é um processo de construção complexo, é histórica e cultural, que leva tempo para se estabelecer como corpo de conhecimento e ser aceita entre os pares e, ainda, é transitório e pode vir a se modificar com o tempo; e a *presença de controvérsias científicas e a quebra do paradigma*, que mostra o período de convivência entre teorias, o momento que elas causam divergências na explicação de

um fenômeno, possivelmente chegando a quebra do paradigma vigente, mais uma vez mostrando que o conhecimento não se encontra pronto e acabado.

Com isso, essas características podem trazer tanto percepções que se aproximam de uma visão mais aceita sobre a NdC: a de que o conhecimento se constrói cultural e historicamente; que existe uma comunidade científica que precisa reconhecer e partilhar daquele conhecimento; o conhecimento é transitório; o cientista pode ter dificuldade de aceitar determinada teoria, o que mostra que fatores humanos estão envolvidos no processo de construção da ciência, pois o cientista é uma pessoa comum; quanto percepções que se afastam (e se contrapõem) à essas ideias, como: uma visão aproblemática e ahistórica, ao mostrar que um conhecimento se encontra pronto e acabado, não sendo passível de ser reformulado, o que também reforça a ideia de que a ciência progride de maneira acumulativa e linear; a imagem de uma ciência que cria e desvenda verdades, que reforça a ideia do conhecimento superior e infalível, contribuindo para a percepção de uma ciência rígida e elitista.

#### 4) DIMENSÃO SOCIAL E COLETIVA

##### - As relações na ciência

No Capítulo 2 deste trabalho foi possível observar que a imagem do cientista solitário está presente na percepção de professores e estudantes, o que não condiz com a ideia de uma comunidade científica, de grupos de pesquisa e instituições que se associam e colaboram umas com as outras. Fragmentos dos TDC, como os listados abaixo, apresentam indícios da presença do trabalho coletivo na ciência, mencionando membros de um grupo de pesquisa e associações e colaborações entre grupos de outras instituições em diferentes países.

[21a] [...] foi fabricado, a partir do elemento níquel, por nosso grupo, do Laboratório de Spintrônica e Nanomagnetismo (LabSpin). (p. 41)

[22a] O LabSpin - associado ao Sistema Nacional de Nanotecnologia (Sisnano) - é parte de uma colaboração pioneira no Brasil para o desenvolvimento, a fabricação e o estudo dos gelos de spins artificiais, voltados para a criação, manipulação e o transporte de monopólos magnéticos análogos aos de Dirac. (p. 41)

[23a] [...] nossa colaboração busca diferentes arranjos das barras nanométricas [...], para que essa movimentação seja mais ordenada e, portanto, consuma menos energia. (p. 42)

[24a] No mais recente trabalho feito pelo LabSpin, no cenário de uma colaboração internacional [...] (p. 42)

[25a] Nesse arranjo, posto em prática por nossa colaboração [...] (p. 42)

[26a] Atualmente, o LabSpin está trabalhando em parceria com o Laboratório Ibérico Internacional de Nanotecnologia, em Braga (Portugal), em outras estruturas que proporcionam transporte quase livre dos monopolos. (p. 42)

[29b] [...] Cherenkov e seus colegas usaram o chamado 'método de apagamento', que consistia em tentar apagar o que eles acreditavam ser luminescência [...] (p. 32)

[18e] Em carta de 1908 a seu colaborador austro-húngaro Jakob Laub [...] (p. 18)

[19e] [...] demonstrados em 2012 pelo físico chinês Zenghu Chang e colegas [...] (p. 20)

O TDC [f] possibilita conhecer que parte da produção do conhecimento científico acontece dentro das universidades, mencionando também outras instituições particulares nacionais e internacionais que o produzem, mostrando que *“existem parcerias entre grupos de dentro e fora das universidades”* (OLIVEIRA; GONTIJO, p. 48, 2015).

[17f] Pesquisadores da Universidade da Califórnia, em Berkeley (Estados Unidos), desenvolveram um circuito gênico que, implantado na bactéria *Escherichia coli* [...] (p. 35)

[18f] Em outro trabalho, na Universidade de Emory (Estados Unidos), foi desenvolvida uma bactéria capaz de 'nadar' em direção a um poluente ambiental e liberar enzimas que degradam esse composto [...] (p. 35)

[19f] No Laboratório de Biologia Sistêmica de Microrganismos da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (USP), por exemplo [...] (p. 36)

[20f] Metodologias desenvolvidas em 2010 por pesquisadores do Instituto Craig Venter, nos Estados Unidos, permitem sintetizar genomas completos em tubos de ensaio e, depois, introduzi-los em células hospedeiras que tiveram o genoma original removido. (p. 37) - genoma artificial como possível alternativa à limitação

[5g] [...] segundo estimativas da Fundação Estadual do Ambiente de Minas Gerais e dos Laboratórios para a Pesquisa e Teste de Materiais da Suíça. (p. 39)

O texto [e] também indica que a maior parte das aplicações e estudos da pesquisa descrita – com *maser* e *laser* – foram realizadas em diferentes universidades e também em laboratórios particulares de pesquisa, como o Hughes<sup>3</sup>.

[28e] A teoria desse dispositivo foi estabelecida em 1952 pelos soviéticos [...] (p. 18)

---

<sup>3</sup> <http://www.hrl.com/>

[29e] O primeiro maser [...] é construído em 1953, na Universidade de Columbia (EUA) [...] (p. 18)

[30e] [...] na Universidade Central da Califórnia [...] (p. 20)

[31e] [...] pelo físico norte-americano Theodore Maiman (1927-2007), pesquisador do laboratório Hughes, em Malibu, na Califórnia. (p. 18)

[32e] Em fevereiro de 1961, é demonstrado em Massachusetts (EUA) liderada por Ali Java, o primeiro laser que emite um feixe de luz continuamente. (p. 19)

É possível verificar no TDC [e] que a todo momento é apontado esse ou aquele como sendo o primeiro a desenvolver a teoria do dispositivo ou o primeiro a fabricá-lo e demonstrá-lo. Essa ideia de ser “o primeiro” a realizar algo na ciência, está muito ligado a credibilidade dada ao cientista que desenvolveu algo inédito e que, conseqüentemente, conseguirá mais financiamento para a pesquisa (LATOUR; WOOLGAR, 1997). Entretanto, isso nos faz refletir sobre a ideia dos precursores na ciência, que é apontado pela história como algo que se afasta das concepções mais atuais sobre a ciência (ALFONSO-GOLDFARB *et al.*, 2002), pois carrega a imagem elitista do cientista descobridor; além disso, nenhum conhecimento se encontra isolado, precisando de outro para que possa se sustentar e se construir, sendo difícil dizer em que momento algo foi desenvolvido puramente por um só sujeito – ou grupos de sujeitos.

De uma maneira geral, o mito do cientista que trabalha de modo isolado pode ser desmistificado pelo texto, o que pode contribuir para uma imagem mais realista do trabalho do pesquisador. Além disso, o trecho [22a] enfatiza a pesquisa nacional, creditando a pesquisa e os pesquisadores brasileiros, o que também pode ser identificado no excerto abaixo.

[1d] [...] vários laboratórios no mundo - inclusive no Brasil - podem estudar, em tempo real, as diferentes etapas do processo fotossintético que [...] (p. 19)

O trecho [1d] menciona inclusive pesquisas sendo realizadas em diferentes lugares do mundo, o que mostra que o estudo de um fenômeno não é realizado por um cientista ou em um único lugar. Apesar de não citar a cooperação entre os grupos, traz a ideia de que uma observação realizada em um laboratório pode influenciar os demais estudos.

Outra passagem que apresenta a influência de outras ideias em um trabalho ainda em construção pode ser vista nos excertos abaixo, em que é colocada a

consideração de outro pesquisador sobre os estudos de Einstein, indicando a complexidade das relações científicas.

[10c] O segundo marco ficou por conta de um ex-professor de Einstein [...] que percebeu, já em 1907, que os efeitos da relatividade poderiam ser mais bem compreendidos se o tempo e espaço fossem considerados como meras facetas de um ente mais fundamental [...] (p. 40)

[11c] [...] Einstein não percebeu de imediato a profundidade da contribuição de Minkowski. Para ele, a reformulação de sua teoria em termos de espaço-tempo não passava de uma curiosidade matemática, uma "erudição supérflua". Ele só daria importância a essa ideia por volta de 1912, ao vislumbrar a possibilidade de descrever a gravidade por meio de um espaço-tempo que tivesse sua geometria distorcida, curvada pela presença de matéria e energia. (p. 40)

Além disso, o excerto [11c] traz a informação de que as considerações de Minkowski não foram percebidas por Einstein como algo que pudesse corroborar com seus estudos, talvez obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996) que impedissem que ele reconhecesse o impacto daquelas considerações em seu trabalho; ou talvez a própria dificuldade de reconhecer e dar credibilidade ao trabalho do outro pesquisador. O que se sabe é que eventualmente essas considerações foram percebidas e passaram a ter um papel estrutural na teoria da relatividade.

O texto [e] apresenta uma série de dados que indicam que as pesquisas em torno do *laser* estavam ocorrendo de forma simultânea em diferentes laboratórios e, ainda assim haviam disputas pela patente do primeiro *laser*, o que nos mostra o anseio de um pesquisador em "*ser o primeiro a divulgar um novo resultado, a ganhar os créditos de uma 'descoberta'*" (OLIVEIRA; GONTIJO, p.14, 2015).

[33e] O trabalho de Maiman é precedido por duas propostas teóricas, demonstrando as condições de funcionamento e a viabilidade do laser. A primeira, feita pelo físico norte-americano Gordon Guld [...] estudante de doutorado na Universidade de Colúmbia e que registraria a ideia em 1957, ganhando a patente 20 anos mais tarde, depois de uma longa batalha judicial. A segunda, publicada em 1958 por Townes e o norte-americano Artur Schawlow [...], então pesquisadores nos Laboratórios Bell. (p. 18-19)

Mesmo que essa seja uma prática do trabalho científico que permanece nos dias de hoje, sendo importante ser mencionada e discutida, é preciso que sua abordagem seja cuidadosa para que não prevaleça a imagem elitista do cientista descobridor, o precursor de uma invenção.

Os trechos [2f] e [3f] apresentam mais do que o trabalho coletivo na pesquisa científica, eles indicam que profissionais das diferentes áreas trabalham em conjunto. A interdisciplinaridade é um fator que contribui para a construção da pesquisa, uma



vez que o conhecimento isolado/especializado não consegue estudar o fenômeno na sua complexidade.

[2f] [...] biólogos, físicos, químicos, engenheiros e muitos outros profissionais vêm atuando em conjunto e [...] (p. 32)

[3f] [...] envolvem a colaboração entre profissionais de diferentes campos [...] (p.34)

Mesmo não trazendo uma noção mais explícita em relação à coletividade na ciência, o excerto [28b] faz menção ao orientador de doutorado de Cherenkov, indicando que existem algumas hierarquias dentro da ciência e que, o próprio cientista tem um professor que orienta seu trabalho, auxiliando na desmistificação da imagem individualista e elitista na ciência.

[28b] [...] seu orientador de doutorado (p. 32)

Deste modo, também podemos apontar que o cientista está inserido dentro de campo de conhecimento (seja um programa de pesquisa ou um paradigma), em que aquilo que ele estuda está diretamente vinculado ao seu orientador, à matriz disciplinar ou ao paradigma vigente (KUHN, 2003).

O TDC [e] faz menção a congressos científicos como local onde os cientistas se reúnem para divulgar, discutir e conhecer pesquisas em andamento, que muitas vezes são eventos desconhecidos do público em geral. Além disso, também faz menção à indicação de Einstein para a Academia de Ciências, que mais uma vez retrata a existência de uma comunidade científica.

[15e] No primeiro congresso de Solvey (Bélgica), em 1911, que reuniu físicos notáveis [...] (p. 18)

[16e] A proposta indicando Einstein para a Academia de Ciências Prussiana, em 1913 - assinada, entre outros físicos ilustres, por Planck [...] (p.18)

Por fim, trazemos a menção do prêmio Nobel como uma importante relação entre os profissionais, por ser oferecido àqueles que conferirem benefícios à humanidade, com destaque na ciência e cultura<sup>4</sup>, como forma de reconhecimento para determinadas pesquisas consideradas importantes para a comunidade, sendo um também um elemento que caracteriza a atividade científica.

[13a] [...] quando a previsão da existência desses polos magnéticos isolados foi feita pelo físico britânico Paul Dirac (1902-1984), Nobel de Física de 1933. (p. 40)

---

<sup>4</sup> <http://www.nobelprize.org/>

O excerto [13a] menciona que o pesquisador que formulou a teoria dos monopolos magnéticos foi laureado com o prêmio. Entretanto, esse fato pode levar ao leitor uma percepção elitista e individualista do trabalho do cientista, ao apresentar uma teoria que foi premiada como sendo fruto de um único pesquisador. Diferentemente dos fragmentos abaixo que mencionam o recebimento do prêmio Nobel por colegas pesquisadores que fizeram parte da pesquisa, demonstrando a coletividade na ciência.

[30b] Em relação ao efeito que leva seu nome, Cherenkov - que dividiu o Nobel de Física de 1958 com Illia Frank (1908-1990) e Igor Tamm (1895-1971) (p. 32)

[36e] A nova tecnologia quântica - reconhecida pelo prêmio Nobel de 2012 para o físico norte-americano David Wineand e o físico francês Serge Haroche - permite controlar a interação de um único átomo com um único fóton. (p. 21)

### - Publicações científicas

As publicações científicas, tradicionalmente conhecidas como artigos, são usadas "*pelos cientistas para divulgar seus resultados de pesquisa nas revistas científicas*" (p.13) com o objetivo de promover a difusão do conhecimento produzido nas pesquisas aos demais membros da comunidade (OLIVEIRA; GONTIJO, 2015). Além de gerar o debate e estimular novos conhecimentos, a produção de artigos também promove a pesquisa e dá credibilidade ao pesquisador (LATOURE; WOOLGAR, 1997).

Trechos como os transcritos abaixo mencionam as publicações de hipóteses e de resultados de pesquisas, mostrando uma vertente do trabalho científico muitas vezes desconhecida dos estudantes.

[20e] No ano seguinte, publica dois trabalhos importantes [...] (p. 18)

[21e] Em três trabalhos, publicados naquele ano e no seguinte [...] (p. 18)

[22e] [...] em um artigo que coloca em bases matemáticas precisas a teoria do fóton. (p. 18)

[21f] Outros exemplos têm aparecido em publicações científicas, com frequência cada vez maior. (p. 35)

[32a] Esses resultados foram publicados no periódico científico britânico Nanotechnology (v. 26, p. 29, 2015). (p.42)

[5c] Em 1907 - dois anos depois de publicar cinco artigos que mudariam a face da física -, o jovem físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955) tomou para si a tarefa de encontrar uma nova teoria para a gravidade. (p. 39)

Entretanto, podemos verificar que o fragmento [5c] também apresenta uma imagem elitista e individualista sobre a construção do conhecimento, ao dizer que o objetivo de Einstein era encontrar uma nova teoria para a gravidade. Essa visão do cientista também pôde ser verificada no texto [e], e que os trabalhos de Einstein são apontados como precursores da óptica quântica, como se o cientista fosse o “pai” dessa teoria, deixando de lado todos os construtos teóricos de outros trabalhos que deram suporte para seus estudos.

[25e] Esses trabalhos podem ser considerados como os precursores da óptica quântica, que, no entanto, foi aprofundada e desenvolvida como disciplina mais tarde. (p. 18)

Os trabalhos científicos – sejam eles traduzidos como artigos, teses e dissertações – podem gerar impactos na sociedade. De um modo geral, o texto [g] apresenta dados de pesquisas e relatórios oficiais que mostram como o lixo eletrônico vem se tornando um problema para o meio ambiente e para a sociedade. Com base nesses estudos, leis estão sendo desenvolvidas para tentar controlar e minimizar esses problemas, o que mostra que a sociedade não está livre da influência da pesquisa científica.

[3g] [...] prejudica a saúde das pessoas que lidam com esse material e o ambiente, segundo relatórios de diversas organizações não governamentais e trabalhos científicos. (p. 38)

Por fim, o fragmento [14i] faz a menção a um “*artigo pioneiro*”, que seria um dos primeiros na área a discutir determinado assunto.

[14i] Em 1979, um artigo pioneiro - 'Seleção sexual em plantas' - foi publicado pela ecóloga norte-americana Mary F. Willson, apontando evidências científicas de que tanto a competição entre machos quanto a escolha pelas fêmeas são importantes forças evolutivas também para as plantas [...] (p. 40)

Verificamos que esse modo de apresentar esta publicação, diferentemente daquela que vimos no excerto [5c] e [25e], se aproxima de uma visão mais aceita em relação à NdC, pois evidência a originalidade da pesquisa evitando palavras como “descobridora” ou “precursora” que poderia reforçar estereótipos. Neste caso, o excerto ainda aponta o pioneirismo da publicação realizada por uma mulher, auxiliando na desmistificação do estereótipo masculino ainda presente na visão de alunos e professores.

Com isso, na dimensão social e coletiva da ciência, apontamos para *as relações na ciência*, enfatizando os grupos de pesquisa, suas associações e colaborações; as influências dos pesquisadores e seus trabalhos; a complexidade das relações científicas; as hierarquias dentro da ciência; bem como outros lados do trabalho científico, como a participação em congressos, a menção de prêmios e as *publicações científicas*, importantes para a divulgação do trabalho, das hipóteses e resultados das pesquisas, que conferem credibilidade e visibilidade ao pesquisador, além de impactarem direta ou indiretamente a sociedade, reforçando a não neutralidade da ciência.

Através dessas características presentes na construção do conhecimento científico, foi possível verificar a presença de uma comunidade, representando a própria coletividade na ciência, que pode auxiliar na desmistificação do estereótipo do cientista que trabalha sozinho. Porém, a percepção individualista e elitista, do cientista descobridor, o precursor de uma invenção, ainda está presente nos TDC.

Foi possível verificar também que a citação de mulheres na ciência ocorreu uma única vez em um dos textos, bem como, dos nove TDC analisados, dois foram escritos por pesquisadoras. O que nos leva a refletir sobre o estereótipo de uma ciência masculina ainda presente na sociedade, que se reflete nos textos produzidos para a população. Não podemos afirmar que isso se mantém em outros textos de outras áreas, pois acabamos por ficar restritos ao nosso *corpus* de análise, porém, não podemos diminuir a relevância dessa observação.

## CAPÍTULO 5

### CONSIDERAÇÕES DA PESQUISA

Sabendo que uma imagem estereotipada da ciência está presente na percepção de alunos e professores (e da sociedade em geral), nós buscamos neste trabalho verificar se os TDC podem ser um potencial recurso na discussão de aspectos da NdC no ensino de ciências, no sentido de proporcionar diferentes visões sobre sua construção aos estudantes, possibilitando a desmistificação de alguns estereótipos. Deste modo, sintetizamos alguns caminhos e decisões tomadas:

1. Qual revista analisar?
2. Em qual ou quais referenciais apoiaremos nossa análise, no sentido de identificar essas características sobre a NdC nos TDC?
3. Quais as percepções sobre a ciência essas características podem fomentar no leitor? Para isso, também julgamos ser necessário verificar quais são as percepções sobre a ciência desses leitores (alunos/professores).

Através do levantamento realizado por Gontijo (2016), em revistas e um evento da área de ensino de ciências, foi possível verificar que dos 24 trabalhos que abordam a seleção, caracterização e análise de TDC para fins pedagógicos, cinco utilizaram como objeto de estudo a revista *Ciência Hoje*, por apresentar parte do seu conteúdo *online* e apresentar poucos erros conceituais por ser escrita por pesquisadores. Apesar disso, nenhum desses cinco trabalhos realizaram a análise de aspectos da NdC nessa revista. Isso também foi evidenciado nos arquivos disponíveis no site do ICH, que reúne alguns trabalhos que utilizaram mais especificamente da revista *Ciência Hoje* como objeto de pesquisa, sendo que dos 36 trabalhos disponíveis, apenas um discute re-elaboração discursiva de um TDC da revista e suas implicações na visão de NdC (MARTINS *et al.*, 2001). Essas constatações nas pesquisas foram os principais fatores que motivaram na escolha da revista *Ciência Hoje online* em nosso estudo.

Como um de nossos objetivos era identificar e discutir características da NdC nos textos da revista, optamos por utilizar como referencial teórico os estudos de

epistemologia, por abordar a elaboração das teorias científicas, o estudo dos princípios, das hipóteses e dos resultados das ciências, buscando a reflexão sobre os processos de construção do conhecimento científico, considerando as diferentes concepções de ciências bem como aspectos de natureza ética, estética, religiosa, política etc. (SAITO, 2013). Dentre as correntes epistemológicas existentes, optamos por explorar o método empírico-indutivista, por ser um potencial obstáculo para o ensino de ciências ao proporcionar uma visão tradicional e, muitas vezes, equivocada da NdC, e as ideias de Karl Popper, Gaston Bachelard, Thomas Kuhn, Lakatos e Paul K. Feyerabend, pelos motivos já descritos no capítulo 2.

As ideias de diferentes epistemólogos foram trazidas à reflexão, pois elas são influenciadas pelo contexto sócio-histórico da época em que eles se encontravam, pelo modo como a ciência e sua construção era enxergada naquele momento (SAITO, 2013; BELTRAN *et al.*, 2014). Isso nos traz visões sobre as diferentes formas de pensar sobre a ciência, sobre suas próprias características e seu processo de construção, que podem ser até mesmo contrastantes.

Parte do motivo que nos fez apresentar essas ideias é o de identificar essas características da construção do conhecimento científico e do trabalho do cientista nos TDC, bem como embasar nossas discussões. Outro fator motivador foi trazer um material que pudesse familiarizar o próprio professor (que possa vir a ter contato com este trabalho) com essas ideias. Isso porque muitos professores não foram introduzidos em sua formação, seja inicial ou continuada, aos fundamentos da epistemologia da ciência, deixando de lado esses assuntos por ter dificuldade de apresentar e tecer discussões (LEDERMAN, 1992) ou, muitas vezes, trazendo consigo concepções ingênuas sobre a ciência e sobre o cientista (PAIXÃO e CACHAPUZ, 2003).

Como o uso do TDC em sala de aula geralmente se dá através dos professores, é necessário que eles conheçam diferentes visões epistemológicas e/ou que possuam uma percepção que se aproximem de ideias consideradas mais aceitas sobre a NdC, para que possam aproveitar as possibilidades desses textos ou reconhecer suas limitações. Porém, isso nem sempre acontece: ao buscarmos as percepções de alunos e professores sobre a NdC e o trabalho científico através de uma revisão bibliográfica em pesquisas da área de ensino de ciências, verificamos que, apesar delas apresentarem concepções que se aproximam de ideias mais aceitas sobre a NdC (MCCOMAS *et al.*, 1998; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001), como: o reconhecimento do

papel humano do cientista; as influências que a ciência sofre de fatores externos; a mutabilidade do seu conhecimento etc.; há a predominância de visões deformadas da ciência (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001): conhecimento neutro e acabado, construído segundo as regras de método rígido, que cresce linearmente acumulando os acontecimentos bem-sucedidos; ideia de que a ciência irá solucionar os problemas da humanidade, baseada em uma percepção utilitarista; a desumanização do cientista que acaba sendo percebido como um ser genial, que vive sozinho em seu laboratório, predominantemente do sexo masculino; entre outras.

Entre os principais influenciadores dessas concepções consideradas inadequadas, apontados nos trabalhos analisados, estão a mídia em geral e os professores, por meio de sua prática e da influência que sua própria concepção da NdC tem sobre o estudante. O livro didático, apesar de menos citado pelos pesquisadores, também é indicado como um fator que leva à mistificação da atividade científica. O que corrobora com pesquisas já descritas neste trabalho que verificaram, por exemplo: a presença de uma história da ciência ainda descontextualizada nos LD (FABRÍCIO; AIRES, 2014; NASCIMENTO *et al.*, 2016); e a mídia que, ao mesmo tempo que divulga conhecimentos que se aproximam das ideias mais aceitas em relação a NdC, também pode reforçar alguns estereótipos (REZNIK *et al.*, 2014).

Essas considerações sobre os possíveis influenciadores servem de alerta para a maneira como a ciência é abordada dentro e fora da sala de aula. Inclusive, ao verificarmos o LD como um dos possíveis influenciadores de visões estereotipadas sobre a NdC, ressaltamos a necessidade de buscar outros materiais que possam complementar os estudos em sala de aula, promovendo o acesso de alunos, professores e futuros professores aos processos de construção da ciência – como o próprio TDC.

Não podemos deixar de enfatizar estratégias que já estão sendo promovidas tanto com professores e futuros professores, quanto com alunos da educação básica, a fim de trabalhar essas questões no ensino de ciências. Grande parte das intervenções apresentadas nas pesquisas têm se mostrado eficientes para a transformação de algumas concepções iniciais dos sujeitos em relação à NdC e ao trabalho científico, mesmo que o objetivo central dos pesquisadores fosse, em alguns casos, apenas promover a discussão desses aspectos.

Com o auxílio deste mapeamento pudemos verificar nos textos analisados, além das características sobre a NdC, as percepções que elas podem reforçar no

leitor (aluno/professor) ou, até mesmo, auxiliar a desmistificar. Uma vez que pudemos conhecer de um modo geral as ideias desses sujeitos sobre a ciência, foi possível discutir como um determinado excerto do TDC que aborde, por exemplo, os *procedimentos e processos de tomada de dados* pode trazer ideias que se aproximam das mais aceitas em relação a NdC (reconhecendo o papel de teorias e hipóteses, as limitações etc.) ou ideias que se afastam das mais aceitas (aspectos relacionados ao método empírico-indutivista e a sua rigidez), podendo reforçar percepções deformadas sobre a NdC.

Nos textos analisados, pudemos verificar algumas características relacionadas à NdC, que foram divididas em cinco grandes categorias. Essas categorias representam o que chamamos de dimensões – que agrupam determinadas características da NdC que têm um mesmo propósito, que abordam um mesmo aspecto da sua construção – sendo elas as dimensões:

- 1. Teórico-metodológica:** que apresenta principalmente aspectos da maneira como o conhecimento científico é construído, bem com a descrição de processos do trabalho científico. Apresentando o *papel das teorias na elaboração de hipóteses e observação dos fenômenos* e os *processos de tomada de dados* como características necessárias na construção do conhecimento.
- 2. Motivacional:** que indica possíveis motivações e/ou objetivos iniciais da pesquisa ou do pesquisador. As características identificadas em relação a motivação no fazer ciência foram agrupadas em *questionamentos e motivações da ciência* e *finalidades da pesquisa/ciência*.
- 3. Resultante:** o qual mostra que os processos geram resultados e que esses impactam nas ações dos cientistas e acarretam possíveis consequências. Sendo esses aspectos agrupados em *a pesquisa gera resultados e implicações e aplicações da pesquisa científica*.
- 4. Histórico-temporal:** que agrupa os aspectos culturais, temporais e históricos que influenciam a construção do conhecimento científico. Apresentando os *aspectos culturais e temporais* e *a presença de controvérsias científicas* como características da NdC.
- 5. Social e coletiva:** que apresenta *as relações na ciência* entre os diversos sujeitos (pesquisadores, universidades etc.), bem como o outro lado do



trabalho científico, como a participação em congressos, a menção de prêmios e as *publicações científicas*, como características presentes no fazer ciência.

Para cada uma das características descritas, pudemos verificar percepções ligadas tanto à imagem deformada da ciência, quanto às ideias mais aceitas. Sendo que, além da relação das percepções descritas por McComas *et al.* (1998) e Gil-Pérez *et al.* (2001), também verificamos a visão utilitarista e o estudo de fenômenos/disciplina, bem como a descrição da tecnologia como produto da ciência, descrita pelos pesquisadores (no capítulo 3) como percepções ingênuas sobre a ciência. Outras percepções que identificamos nos TDC, e que não haviam sido verificadas explicitamente nos trabalhos foram: o reconhecimento das limitações da ciência e de seus processos; a relação (mais atual) entre ciência e tecnologia; e a presença fatores externos como influenciadores do fazer ciência; os quais consideramos como ligados às visões mais aceitas sobre a NdC.

Destacamos que as percepções estereotipadas sobre a NdC estavam mais relacionadas às características que diziam respeito às *finalidades da pesquisa/ciência* e às *implicações e aplicações da pesquisa científica*. De um modo geral, as percepções mais encontradas nesses casos estavam ligadas a ideia de ciência que descobre verdades e da imagem do cientista como o descobridor ou inventor, o que leva a concepções da ciência como superior a outras formas de conhecimento, à infalibilidade e elitização da ciência e, conseqüentemente, do cientista. Acreditamos que isso se dá pelo fato dos autores dos textos/editores da revista darem ênfase aos produtos obtidos através da pesquisa, possivelmente para dar credibilidade ao cientista ou tornar a leitura mais interessante. Isso se relaciona com a própria intencionalidade das revistas de DC e os interesses dos próprios leitores, que garantem certa previsibilidade em relação à forma de exposição do conteúdo, a seleção dos assuntos publicados e o estilo assumido pelo jornalista e/ou cientista ao expor os dados.

*Dialogismo entre as leis, teorias e hipóteses e a observação e experimentação; a pesquisa gera resultados; implicações e aplicações da pesquisa científica; presença de controvérsias científicas e a quebra do paradigma; e procedimentos e processos de tomada de dados;* foram as características que mais apresentaram percepções que se aproximavam das visões mais aceitas em relação à NdC. Dentre elas destacamos: a descrição voltada para uma ciência que estuda fenômenos para construir

conhecimento; o reconhecimento de teorias e hipóteses nessa construção; a apresentação de limitações na ciência e nos seus processos; a transitoriedade do conhecimento; uma abordagem mais atual sobre a relação ciência e tecnologia; e a coletividade no trabalho científico e a humanização do cientista.

Pudemos perceber que a característica *implicações e aplicações da pesquisa científica*, se destacou no sentido de apresentar aspectos que tanto se aproximam quanto se afastam das ideias mais aceitas em relação à NdC. Isso porque uma mesma característica pode contribuir para diferentes visões sobre a ciência, dependendo da maneira como ela é apresentada no TDC. Inclusive, um mesmo texto pode trazer percepções contraditórias e, até mesmo, podem gerar diferentes compreensões sobre a ciência dependendo da interpretação do leitor.

A coexistência de diversas percepções tanto nos TDC quanto nas pessoas, de uma maneira geral, expressa as diferentes formas que vemos e representamos a realidade à nossa volta (MORTIMER, 1996). Inclusive, Bachelard expressa a importância de se conhecer e trabalhar essas diversas concepções, relacionando ao que ele havia chamado de “*perfil epistemológico*” (BACHELARD, 1978b), no qual são possíveis diferentes conceitualizações sobre os objetos – neste caso, sobre a ciência. Dessa forma, uma única epistemologia não é suficiente para descrever as diferentes formas de se pensar ou explicar um conceito, pois elas são, de certa forma, incompletas por estarem apoiadas em um único aspecto (MORTIMER, 1996). De maneira análoga, uma única visão de ciência não é suficiente para abranger as diferentes formas pela qual ela se constrói, sendo importante inclusive na formação do professor o contato com essas diferentes visões, para que se possa ter uma percepção ampla *sobre* ciência, no sentido que se possa argumentar sob diferentes pontos de vista.

De um modo geral, verificamos que os TDC analisados apresentam características sobre a NdC que podem contribuir para uma visão mais contextualizada do processo de construção do conhecimento científico, pois possibilita conhecer diferentes dimensões pelas quais esse conhecimento perpassa – histórico-temporal, motivacional, teórico-metodológico, social e coletivo e/ou resultante – e não apenas o conceito científico por si só.

Apesar dessas características apresentarem visões que podem reforçar certos estereótipos sobre a NdC, de um modo geral, os TDC apresentam percepções que podem auxiliar na desmistificação dessas visões deformadas, por serem mais

próximas daquelas ideias consideradas mais adequadas sobre a ciência (MCCOMAS *et al.*, 1998; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001).

Esses resultados nos levam a apontar para as potencialidades didáticas do texto da revista *Ciência Hoje Online*, no que se refere às discussões que ela pode possibilitar em sala de aula ao apresentar diferentes aspectos da NdC, bem como o conflito que ela pode provocar ao divergir com as percepções iniciais dos alunos em relação à ciência, favorecendo aos estudantes uma leitura e discussão mais contextualizada sobre a ciência e o seu funcionamento.

Ressaltamos que tais aspectos nem sempre se encontram de maneira explícita no TDC, uma vez que ele não busca descrever ou evidenciar as características da NdC, e sim veicular informações científicas, com linguagem própria, tornando o conhecimento científico acessível para toda a população. Essa é uma das razões na qual o papel do professor como mediador das leituras e discussões é indispensável quando este recurso é utilizado para abordagem de aspectos da NdC em sala de aula.

Outro motivo pelo qual o papel do professor é necessário na mediação do TDC em sala de aula, está no sentido de intervir em momentos nos quais a imagem deformada da ciência seja apresentada. Como vimos, os TDC (assim como os materiais didáticos) não estão livres de estereótipos, desse modo, o professor precisa de uma atenção especial ao selecionar os TDC a serem utilizados em sala de aula, realizando uma leitura prévia, buscando identificar e discutir as colocações que corroborem com uma visão deformada da ciência.

Entretanto, admitimos que se o professor já possui um predomínio de visões deformadas sobre a NdC – como mostrou o levantamento realizado no capítulo 3 –, o que poderia ser uma estratégia para a humanização da ciência e desmistificação de estereótipos, ao apresentar o processo de construção do conhecimento de modo mais leve e contextualizado, pode configurar em um obstáculo para a educação, reforçando as visões distorcidas da ciência.

Não podemos ignorar o fato de que o levantamento que realizamos mostra que os professores em formação e os já atuantes nas redes de ensino apresentam concepções iniciais deformadas da ciência. Isso pode impactar na maneira como ele a aborda em sala de aula, seja com o uso do TDC ou outro recurso didático. Acreditamos que este trabalho possa, de alguma maneira, contribuir com um banco de dados de textos de divulgação que auxiliem esses profissionais na atividade docente. Porém, ressaltamos a necessidade de que estratégias sejam implementadas

na formação inicial e continuada para a discussão dessa temática, no sentido de discutir aspectos da NdC.

Apesar de ter sido evidenciado, no levantamento apresentado no capítulo 3, que estratégias desse tipo têm sido realizadas na formação de professores, elas ainda são muito pontuais: como a discussão em uma disciplina específica que aborde conceitos históricos e filosóficos (MASSONI; MOREIRA, 2007; MOREIRA *et al.*, 2007; FERREIRA *et al.*, 2011) ou em um tópico específico de uma disciplina de metodologia (PEIXOTO; MARCONDES, 2003), por exemplo, sendo necessária uma coerência no currículo do ensino de ciências (inclusive na educação básica)

[...] no sentido de que todos os seus elementos (objetivos, conteúdo, metodologia, avaliação, atividades) devem manter um alto nível de concordância com as concepções apropriadas sobre a NdC; por exemplo, se a ciência é um conhecimento provisório, a controvérsia não pode ser removida da sala de aula ou dos livros didáticos. (GARCÍA-CARMONA *et al.*, 2012, p. 29, tradução nossa<sup>1</sup>).

Salientamos que quando dizemos ser importante que alunos e professores tenham uma visão mais adequada sobre a NdC, não estamos reduzindo a atividade científica a uma série de regras que indicam o que é ciência, o método pelo qual ela é produzida e, muito menos, como são e como se comportam os cientistas. Buscamos enfatizar que é preciso abrir discussões sobre as diferentes formas de se pensar e de se perceber a ciência, para que se possa compreender e aceitar sua natureza complexa e dinâmica, reconhecendo que não há uma única visão sobre a NdC, tampouco um consenso universal sobre o que seria uma imagem “correta” da atividade científica (EL-HANI, 2006; MOURA, 2014). Porém, isso não significa que não existam pontos de concordância em relação ao modo de perceber a NdC: a de existem visões que contribuem para uma percepção estereotipada da NdC e que devem ser evitadas na educação em ciências; e a de que existem visões que se aproximam de uma visão mais aceitável da prática científica, nas quais as discussões sobre essa temática em sala de aula possam se apoiar (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000; EL-HANI, 2006; GARCÍA-CARMONA *et al.*, 2012).

Por fim, ressaltamos que os resultados aqui descritos, acabam sendo limitados aos textos analisados na revista *Ciência Hoje online*, que tratam de temas específicos

---

<sup>1</sup> Tradução livro do original: “*en el sentido de que todos los elementos del currículo (objetivos, contenidos, metodología, evaluación, actividades) deben mantener un exigente nivel de concordancia con las concepciones adecuadas de la NdC; por ejemplo, si la ciencia es un conocimiento provisional, la controversia no puede ser eliminada del aula ni de los libros de texto*”.

das ciências da natureza, mais precisamente da área de química, física e ciências biológicas, não sendo adequado generalizá-los a outros TDC de outras temáticas dentro da própria revista ou em outros materiais de divulgação. Isso porque existem especificidades que devem ser levadas em consideração, como o próprio autor do texto (se cientista ou jornalista), o editorial da revista, o tema abordado, o conteúdo trabalhado no texto e, até mesmo, a maneira como esse conteúdo é trabalhado (alguns TDC analisados, por exemplo, apresentavam um conteúdo muito mais explicativo em relação aos conceitos do que a própria ênfase na pesquisa, gerando menor material de análise).

Deste modo, ressaltamos que trabalhos que busquem identificar e analisar características da NdC em textos e materiais de divulgação científica, verificando suas potencialidades para o ensino de ciências, são importantes não apenas para auxiliar os professores na busca de materiais alternativos para o ensino; mas também no sentido de mostrar que mesmo sendo um material midiático (considerado nas pesquisas como um dos principais influenciadores de visões deformadas), que apresenta a linguagem da divulgação e atributos que busquem chamar a atenção do leitor, os TDC apresentam características que podem contribuir para uma visão mais contextualizada da produção do conhecimento científico.

## REFERÊNCIAS

ABD-EL-KHALICK, F. Teaching *With* and *About* Nature of Science, and Science Teacher Knowledge Domains. **Science & Education** , v. 22, p. 2087-2107, 2012.

ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. G. Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. **International Journal of Science Education**. v. 22, n. 07, p. 665-701, 2000.

ACEVEDO DÍAZ, J. A. La tecnología en las relaciones CTS: una aproximación al tema. **Enseñanza de las ciencias**. v. 14, n. 01, p. 35-44, 1996.

AIRES, J. A.; BOER, N.; BRANDT, C. F.; FERRARI, N.; GOMES, M. G.; OLIVEIRA, V. L. B.; PAZ, A. M.; PINHEIRO, N. A. M.; SCHEID, N. M. J. Divulgação científica na sala de aula: um estudo sobre a contribuição da revista *Ciência Hoje* das Crianças. In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** Bauru, 2003.

ALBAGLI, S. Divulgação científica: informação científica para a cidadania? **Ciência da Informação**, v. 25, n. 03, p. 396-404, set./dez. 1996.

ALBUQUERQUE, V. N.; MARCHI, F.; LEITE, C. Uma análise das potencialidades de textos de divulgação científica sobre o caso Plutão no ensino de Física. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8. 2011, CAMPINAS. **Atas...** São Paulo, 2011.

ALFONSO-GOLDFARB, A. M. **O que é História da Ciência**. 4ª ed. Coleção Primeiros Passos, São Paulo: Brasiliense, 2004.

ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; FERRAZ, M. H. M.; BELTRAN, M. H. R. A historiografia contemporânea e as ciências da matéria: uma longa rota cheia de percalços. In: ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. (orgs.). **Escrevendo a História da Ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas**. São Paulo: Educ. Livraria da Física, Fapesp, 2004. p. 49–73.

ALVES, F. E.; LIMA, V. A.; FILHO, M. P. S. Imagens da ciência manifestadas por professores e recém-licenciados. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2015.

ALVETTI, M. A. S. **Ensino de física moderna e contemporânea e a revista *Ciência Hoje***. 1999. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 1999.

AMARAL, I. A.; AMORIM, A. C. R.; NETO, J.M.; SERRÃO, S.M. Algumas tendências de concepções fundamentais presentes em coleções didáticas de Ciências de 5ª a 8ª séries. In: II Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências, 1999. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/iienpec/Dados/trabalhos/A25.pdf>>. Acessado em 25 jul 2016.

AMAURO, N. Q.; GONDIM, M. S. C. Representações Visuais sobre a Ciência: (re)construindo a formação inicial de professores de química. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2011.

ANDRADE, A. B. **Concepções de Método Científico no ideário de jovens ecólogos**. 2012. 53 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ecótonos) - Universidade Federal do Tocantins, 2012.

ANDRADE, C. S. **Concepções de alunos do curso de pedagogia da UFRN acerca da natureza da ciência: subsídios à formação de professores**. 2008. 181 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

ARAUJO, B. C. **História da ciência como estratégia didática no ensino médio: um breve olhar de conteúdos da óptica**. 2013. 162 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

ARCANJO-FILHO, M.; MARTINS, K.; GUTTMANN, G.; BRAGA, M. Uma pesquisa exploratória sobre questões epistemológicas no ensino das ciências. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2009.

ASSMANN, C. L. **Imaginário sobre cientista no cinema: algumas idéias**. 2000. 150 f. Dissertação (Mestrado em Comunicação e Semiótica) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2000.

AUTHIER-REVUZ, J. A encenação da comunicação no discurso da divulgação científica. In: \_\_\_\_\_. **Palavras incertas: as não-coincidências do dizer**. São Paulo: Unicamp, 1998. p. 107-131.

AVANZI, M. R.; GASTAL, M. L.; SÁ, S. L.; FREITAS, E. L.; CANABARRO, P. H. O.; LIMA, L. O. B.; SOUZA, K. G.; ALMEIDA, A. P. C. Concepções sobre a Ciência e os Cientistas entre Estudantes do Ensino Médio do Distrito Federal. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2011.

BACHELARD, G. **A Formação do Espírito Científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. 1ª ed. Tradução de Estela Abreu dos Santos. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BACHELARD, G. Conhecimento Comum e Conhecimento Científico. In: **Le Matérialisme rationnel**, 1953. Retirado da Revista Tempo Brasileiro n. 28, 1972. Disponível em: <<http://www.epistemologia.ufrj.br>>. Acessado em 26 mar 2016.

BACHELARD, G. O novo espírito científico. In: PESSANHA, J. A. M. (Org). **Coletânea Os Pensadores**. São Paulo: Abril Cultural, 1978a.

BACHELARD, G. A filosofia do não. In: PESSANHA, J. A. M. (Org). **Coletânea Os Pensadores**. São Paulo: Abril Cultural, 1978b.

BAPTISTA, G. C. S.; CARVALHO, G. S. Os professores de ciências concebem a ciência como atividade cultural? Resultados de um estudo comparativo. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2015.

BARCELOS, G. T.; PASSERINO, L. M.; BEHAR, P. A. Análise dos Impactos da Integração de Tecnologias na Formação Inicial de Professores de Matemática sobre a prática docente: um estudo de caso. In: Workshop de Informática na Escola (WIE), Belo Horizonte, MG, SBC, 2010.

BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F.; TRINDADE, L. S. P. **História da Ciência para formação de professores**. 1ª ed. São Paulo: Livraria da Física, 2014.

BEZERRA, V. C. **Convergências/divergências de saberes: desvelando concepções de ciência e saúde-doença emergentes do/no curso de medicina da UEPA**. 2008. 167 f. Dissertação (Mestrado em educação) - Universidade do Estado do Pará, 2008.

BIZZO, N. **Ciências: fácil ou difícil?** 2ª ed., Ática: 2002, p. 17-28.

BOMFÁ, C. R. Z.; CASTRO, J. E. E. Desenvolvimento de revistas científicas em mídia digital – o caso da *Revista Produção Online*. **Ci. Inf.**, Brasília, v. 33, n. 02, p. 39-48, mai/ago 2004.

BORGES, R. M. R. **A Natureza do Conhecimento Científico e a Educação em Ciências**. 1991. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1991.

BORGES, R. M. R. **Em debate: cientificidade e educação em ciências**. Porto Alegre: SE/CECIRS, 1996.

BORGES, R. M. R.; BERTOLETTI, A. C. R.; ROSITO, B. A.; FASOLO, P.; MANCUSO, R.; LIMA, V. M. R. Natureza do conhecimento científico e educação em ciências: concepções de professores em visita a um museu interativo com seus alunos. In: III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2001.

BORGES, R. M. R.; BORGES, K. R. Concepções de licenciandos em ciências biológicas sobre a natureza do conhecimento científico. In: III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2001.

BRANDÃO, A. G. **Divulgação científica: percepções sobre meio ambiente na revista *Ciência Hoje***. 2007. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, 2007.

BRANDÃO, A. G.; SOUSA, C. M.; FERNANDES, M. Natureza em pauta: reflexões sobre a divulgação ambiental na *Ciência Hoje*. **Contemporanea**, v. 07, n. 01, jun 2009.

BRASIL, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Percepção Pública da C&T no Brasil 2015, Disponível em: <<http://percepcaocti.cgee.org.br/>>. Acessado em 20 jul 2016.

BUENO, W. C. Jornalismo científico. (Editorial). **Portal do Jornalismo Científico**. 2007. Disponível em <<http://www.jornalismocientifico.com.br/jornalismocientifico/conceitos/jornalismocientifico.php>>. Acessado em 25 jun 2016.



BUSKE, R.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L.; TEMP, D. S. A visão sobre cientistas e ciência presentes entre alunos do Ensino Fundamental. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2015.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P. VILCHES A. **A Necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005, 263p.

CALDAS, G.; SOUZA, C. M.; ALBERGUINI A.; DINIZ A. O desafio da formação em Jornalismo Científico. In: XV Congresso Anual dos Programas de Pós-Graduação em Comunicação, 2006, **Anais XV COMPOS**. Niterói: Faculdade Federal Fluminense, 2006.

CANDOTTI, E. Ciência na educação popular. In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C.; BRITO, F. (org.). **Ciência e Público: caminhos da divulgação científica no Brasil**. 1ª edição, Rio de Janeiro: Casa da Ciência – Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Fórum de Ciência e Cultura, 2002, p. 15-24.

CANTANHEDE, S. C. S.; FERREIRA, L. N. A.; QUEIROZ, S. L. Conteúdos químicos contemplados na seção 'O leitor pergunta' da revista *Ciência Hoje*: concepções de ciência, tecnologia e sociedade. **II Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino de Ciências**, Brasília, 19-21 jul. 2010.

CARDOZO, S. M. S.; OAIGEN, E. R. Concepção de professores do ensino fundamental em escolas municipais de Boa Vista-RR sobre pesquisa científica e ensino de ciências nas séries iniciais. In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2005.

CARVALHO, M. T. S.; GONZAGA, A. M. **A Divulgação Científica na formação de professores**. 1ª ed. Curitiba: Editora Appris, 2013. 167p.

CASTELFRANCHI, J. **As serpentes e o bastão**: tecnociência, neoliberalismo e inexorabilidade. 2008. Tese de Doutorado – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2008.

CASTELFRANCHI, Y. Por que comunicar temas de ciência e tecnologia ao público? (Muitas respostas óbvias... mais uma necessária). In: MASSARANI, L. (org.). **Jornalismo e Ciência: uma perspectiva ibero-americana**. 1ª edição, Rio de Janeiro: Museu da Vida/Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz, 2010, p. 13-21.

CASTORIADIS, C. **A instituição imaginária da sociedade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1982.

CASTRO, R. C. F. Impacto da *Internet* no fluxo da comunicação científica em saúde. **Rev. Saúde Pública**, vol. 40, n. esp., p. 57-63, São Paulo, ago, 2006.

CASTRO, Y. T.; GARRIDO, P.; GAJARDO, B.; ASTROZA, M. V.; MALVAEZ, O. Concepções de jardim de infância Educadores Ciência. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2013.

CAVALCANTE, A. A. R. S.; FARIAS, M. F. V. S. Impresso x Digital: uma análise das transformações do jornalismo de revista a partir das Revistas Canal.com e Bezouro.

In: XIII Congresso de Ciências da Comunicação na Região Nordeste, Maceió, AL jun., 2011.

CAVALCANTE, K. M. P. H. **Laboratório didático de química no ensino médio profissional:** que visões de natureza da ciência estão sendo transmitidas? 2015. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Tecnologia e Educação) - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Buckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2015.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** Tradução de Raul Filker. Brasiliense, 1993.

CHAUÍ, M. Convite à Filosofia. São Paulo: Editora ática. 2000.

CHINELLI, M. V.; FERREIRA, M. V. S.; AGUIAR, E. V. Epistemologia em sala de aula: a natureza da ciência e da atividade científica na prática profissional de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 1, p. 17-35, 2010.

CIVIERO, P. A. G.; LIVRAMENTO, S.; OLIVEIRA, F. P. Z.; FRONZA, K. R. K. Uma análise dos livros didáticos de matemática e física: intersecções de temas de História e Filosofia da Ciência. In: 15º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia, **Atas eletrônico...** Florianópolis, SC, 16 a 18 nov. 2016.

COLAGRANDE, E. A.; MARTORANO, S. A. A.; ARROIO, A. Perfil inicial sobre a construção do conhecimento científico - um estudo com futuros professores em Ciências da Natureza. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2015.

COLAGRANDE, E. A.; RANGEL, F. O.; LEITE, L. O. C. Um olhar na Licenciatura em Ciências: Investigando crenças dos professores em formação sobre natureza da ciência e relações CTSA. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2013.

COLL, C.; MONEREO, C. (Orgs.). **Psicologia da educação virtual:** Aprender e Ensinar com as Tecnologias da Informação e da Comunicação. Porto Alegre: Artmed, 2010.

COLTRO, A. A Fenomenologia: um enfoque metodológico para além da modernidade. **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo, v. 01, n. 11, 1º trim./2000.

COMITÊ GESTOR DA *INTERNET* NO BRASIL. TIC *Kids Online* Brasil 2013: Pesquisa sobre o Uso da *Internet* por Crianças e Adolescentes no Brasil. São Paulo: Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação, 2014. Disponível em <<http://www.cetic.br/pesquisa/kids-online/>>. Acessado em 20 jul 2016.

CORTEZ, D. S. **Concepções epistemológicas de professores e estudantes de pedagogia sobre ciências.** 2015. 129 f. Dissertação (Mestrado em Educação) Universidade do Estado do Pará, 2015.

COSTA, A.F.; LAGANÁ, H.F. Concepções de cientista em escolas urbana e rural no interior de São Paulo. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2015.

COSTA, R. C.; KRÜGER, V. Concepções sobre objetividade / subjetividade no fazer ciência e possíveis implicações na sala de aula universitária. In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2003.

CUNHA, A. M. O. A mudança epistemológica de professores num contexto de educação continuada. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.235-248, 2001.

CUNHA, M. B. **A percepção de ciência e tecnologia dos estudantes de ensino médio e a divulgação científica**. 2010. 364 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, 2010.

CUNHA, M. B.; GIORDAN, M. As percepções na teoria sociocultural de Vigotski: uma análise na escola. ALEXANDRIA, **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 1, p. 113-125, 2012.

CUPANI, A. A objetividade científica como problema filosófico. **Cad. Cat. Ens. Fís.**, Florianópolis, n. 06 (número especial), p. 18-29, jun. 1989.

DECONTO, D. C. S.; CAVALCANTI, C. J. H.; OSTERMANN, F. A Perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade na Formação Inicial de Professores de Física: Estudando Concepções A Partir de uma Análise Bakhtiniana. **ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 2, p. 87-119, 2016.

DIAS, R. H. A. **A física nas revistas *Ciência Hoje e Pesquisa Fapesp*: leituras de licenciandos**. 2009. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2009.

DIAS, R. H. A.; ALMEIDA, M. J. P. M. A repetição em interpretações de licenciandos em física ao lerem as revistas *Ciência Hoje e Pesquisa Fapesp*. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 12, n. 03, p. 51-64, set/dez 2010.

DUNKELS, E. The digital native as student. **Tidskrift för lärarutbildning och forskning**, v. 01, p. 43-46, 2006.

EL-HANI, C. N. **Níveis da Ciência, Níveis da Realidade**. 2000. Tese de Doutorado – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

EL-HANI, C. N. Notas sobre o ensino de história e filosofia das ciências na educação científica de nível superior. In: SILVA, C. C. (Org.). **História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências: da Teoria à Sala de Aula**. São Paulo: Editora Livraria da Física. 2006. p. 3-21.

ESTEVES, S. A.; MOURA, D. G. Percepções acerca da ciência e da tecnologia de alunos de licenciatura em ciências biológicas tendo em vista os estudos ciência-tecnologia-sociedade (CTS). In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2009.

FABRÍCIO, C. M.; AIRES, J. A. Concepções de Ciência e desenvolvimento científico nos Livros Didáticos de Química. In.: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química. **Atas...** Florianópolis, SC, 25 a 28 jul. 2016.

FARIA, A. C. M. **O cinema e a concepção de ciência por estudantes do ensino médio**. 2011. 114 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, 2011.

FARIA, A. C. M.; BIZERRIL, M. X. A.; GASTAL, M. L. A.; ANDRADE, M. M. “A ciência que a gente vê no cinema”: uma intervenção escolar sobre o papel da ciência no cotidiano. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 3, p. 645-659, 2015.

FERREIRA, A. B. H. **Miniaurélio Século XXI Escolar: O minidicionário da língua portuguesa**. 4ª ed. rev. ampliada. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2001.

FERREIRA, J. M. H.; MARTINS, A. F. P.; SILVA, J. C. Avaliando a inserção da temática Natureza da Ciência na disciplina de História e Filosofia da Ciência para bacharelados em Física na UFRN. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2011.

FERREIRA, L. N. A. **Textos de Divulgação Científica para o Ensino de Química: características e possibilidades**. 2012. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

FERREIRA, L. N. A.; QUEIROZ, S. L. Artigos da revista ciência hoje como recurso didático no ensino de química. **Química Nova**, v. 34, n. 02, p. 354-360, 2011.

FERREIRA, L. N. A.; QUEIROZ, S. L. Características discursivas de artigos de divulgação científica relacionados à química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 01, p. 21-42, 2012.

FEYERABEND, P. **Contra o Método**. Traduzido por Octanny S. da Mota e Leonidas Hegenberg. Rio de Janeiro: Francisco Alves S.A., 1977.

FILHO, C. A. N.; PINTO, S. L.; SGARBI, A. D. Um Ensaio sobre Divulgação Científica. In: CAMPOS, C. R. P. (org.). **Divulgação Científica e Ensino de Ciências: debates preliminares**. Vitória, IFES, 2015, p. 11-23.

FILHO, J. C. S.; Pesquisa quantitativa *versus* pesquisa qualitativa: o desafio paradigmático. In: FILHO, J. C. S.; GAMBOA, S.S. (org.). **Pesquisa Educacional: quantidade-qualidade**. 5ª ed. – (Coleção Questões de Nossa Época; v.42) São Paulo: Cortez, 2002.

FIRME, R. N.; AMARAL, E. M. R. Concepções de professores de química sobre ciência, tecnologia, sociedade e suas inter-relações: um estudo preliminar para o desenvolvimento de abordagens CTS em sala de aula. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 2, p. 251-269, 2008.

FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e Natureza da Ciência na sala de aula. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 28, n. 1: p. 27-59, abr. 2011.

FRACALANZA, H. **O que sabemos sobre os livros didáticos para o ensino de Ciências no Brasil**. 1993. Tese de Doutorado – Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas, 1993.

FREITAS, J. D.; REIS, S. B. Ensino de ciências e formação profissional em saúde de nível médio: representações sociais e visões de ciência. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 3, p. 693-704, 2011.

GALAGOVSKY, L. e ADÚRIZ-BRAVO, A. Modelos e analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico e analógico. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 19, n. 2, p. 231-242, 2001.

GAMA, L. D.; ZANETIC, J. Reflexões epistemológicas para o ensino de ciências: questões problematizadoras. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** Florianópolis, SC, nov. 2009.

GARCÍA-CARMONA, A.; VÁZQUEZ, A. A.; MANASSERO, M.A. Comprensión de los Estudiantes sobre naturaleza de la ciencia: análisis de estado actual de la cuestión y perspectivas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 30, n.1, p.23-33, 2012

GERMANO, M. G.; FEITOSA, S. S. Ciência e senso comum: concepções de professores universitários de física. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 18, n. 3, pp. 723-735, 2013.

GERMANO, M. G.; KULESZA, W. A. Popularização da Ciência: uma revisão conceitual. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol. 24, n. 01, 2007, p. 7-25.

GIANELLA, A. E. La relación de la epistemología en la ciência. **Revista de Filosofía y Teoría Política**, n. 26-27, p. 261-266, 1986. Disponível em: <[http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art\\_revistas/pr.1309/pr.1309.pdf](http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.1309/pr.1309.pdf)>. Acessado em 18 jul 2016.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.125-153, 2001.

GOMES, C. J. C.; STRANGHETTI, N. P.; FERREIRA, L. H. Concepções de Ciência e Cientista entre Licenciandos em Química: uma comparação entre alunos do primeiro e do último ano. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2015.

GOMES, I. M. A. M. **A divulgação científica em Ciência Hoje**: características discursivo-textuais. 2000. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2000.

GOMES, J. L. A. M. C.; SILVA, A.; AGUIAR, J. A.; SILVA, A. M.; ALCÂNTARA, D. S. P. Discutindo sobre aspectos da Natureza da Ciência com educandos do ensino médio. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2013.

GOMES, M. C.; DA POIAN, A. T.; GOLDBACH, T. Revistas de divulgação científica: concepções sobre os temas alimentação-metabolismo energético. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** Florianópolis, 2007.

GONTIJO, G. B. **Artigos da revista Minas Faz Ciência**: a divulgação científica sob o olhar da sociologia da ciência. 2016. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, Minas Gerais, 2016.

GONZÁLEZ, J. C. Concepciones sobre ciencia y género en el profesorado de Química. Aproximaciones desde um estudio colectivo de casos. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2011.

GOUVÊA, G. **A divulgação científica para crianças:** o caso da Ciência Hoje das Crianças. 2000. Tese de Doutorado – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000.

GÜNTHER, H. Pesquisa Qualitativa Versus Pesquisa Quantitativa: esta é a questão? **Psico.: Teoria e Prática**, Brasília, vol. 22, n. 02, p. 201-210, mai/ago 2006.

GURGEL, C. M. A.; MARIANO, G. E. A concepção de neutralidade e objetividade da ciência e tecnologia na formação de professores de ciências: argumentos para a inserção da história e sociologia da ciência na construção do conhecimento científico. In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2005.

GURIDI, V.; SALINAS, J.; VILLANI, A. Contribuições da epistemologia de Laudan para a compreensão das concepções epistemológicas de estudantes secundários de física. In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2003.

HEERDT, B.; BATISTA, I. L. Saberes docentes: Natureza da Ciência e as relações de gênero na Educação Científica. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2015.

HODSON, D. Is there a scientific method? **Education in Chemistry**, n.19, p.112-116, 1982.

HYGINO, C. B.; LINHARES, M. P. Reflexões sobre a natureza da ciência na formação inicial de professores de Física. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2011.

INOCÊNCIO, A. F. **A Educação Ambiental diante da questão Pós-moderna:** uma análise arqueológica dos discursos de professores de ciências. 2015. 141 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, 2015.

IVANISSEVICH, A. Ciência fora do casulo: Ciência Hoje comemora 20 anos de difusão do conhecimento. **Ciência Hoje**, v. 31, n. 184, 2002.

JANERINE, A. S.; LEAL, M. C. Visões sobre Ciência, Cientista e Método Científico entre os Licenciandos em Química da Universidade Federal de Lavras. 2010. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0364-1.pdf>> Acessado em 25 jul 2013.

JUCÁ, R. N.; SMANIA-MARQUES, R.; LIRA-DA-SILVA, R.; LIRA-DA-SILVA, R. M. A concepção de ciência de estudantes de um projeto de educação científica do ensino não formal. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2007.

JUNIOR, P. R. M. L. **Diferenças e semelhanças entre graduandos em Física com respeito ao gênero**: uma análise das interações discursivas sob a perspectiva sociocultural. 2009. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

JUNQUEIRA, M. M.; MAXIMIANO, F. A. A evolução das concepções sobre a natureza da ciência na formação inicial de professores de química. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2011.

KNELLER, G. F. A Ciência como Atividade Humana. Tradução de Antônio José de Souza. Rio de Janeiro: Zahar; São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1980.

KÖCHE, J. C. **Fundamentos de Metodologia Científica**: teoria da ciência e iniciação à pesquisa. 29ª ed. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2011.

KÖHNLEIN, J. F. K. **Uma discussão sobre a natureza da ciência no ensino médio: um exemplo com a teoria da Relatividade Restrita**. 2003. 156 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

KÖHNLEIN, J. F. K.; PEDUZZI, L. O. Q. Uma discussão sobre a natureza da ciência no ensino médio: um exemplo com a teoria da relatividade restrita. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 1: p. 36-70, 2005.

KRÜGER, V.; LOPES, C. V. M. Concepções de professores de química sobre a natureza do conhecimento científico: contribuições para a formação docente. In: I Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 1997.

KUHN, **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 12ª ed., São Paulo: Perspectiva, 2013.

KUHN, T. **A função do dogma na investigação científica**. 1ª ed. BARRA, E. S. O. (Org). Tradução de Jorge Dias de Deus. Curitiba: UFPR. SCHLA, 2012.

KUHN, T. S. **The Essential Tension**: selected studies in scientific tradition and change. The University of Chicago Press: Chicago and London. 1977.

LAKATOS, I. Uma Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica. LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. (Org.) In: **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**: quarto volume das atas do Colóquio Internacional sobre Filosofia da Ciência, realizado em Londres em 1965. Tradução de Octavius Mendes Cajado. São Paulo: Cultrix: ed. da Universidade de São Paulo, 1979.

LATOURETTE, B.; WOOLGAR, S. **A vida de laboratório**: a produção dos fatos científicos. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

LAWRENCE, S. Free online availability substantially increases a paper's impact. **Nature**, web debates, NEC Research Institute, Princeton, 2001. Disponível em: <<http://www.nature.com/nature/debates/e-access/Articles/lawrence.html>>. Acessado em 20 de set. 2016.

LEDERMAN, N. G. Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. **Journal of research in science teaching**, v. 29, n. 04, 1992. p. 331-359.

LEMES, A. F. G.; SOUZA, K. A. F. D.; CARDOSO, A. A. Ciência e construção do conhecimento científico: concepções de pós-graduandos em química de universidades públicas da cidade de São Carlos-SP. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2009.

LESSA, R. **Ciência Hoje**: 25 anos. 2007. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/revista-ch-2007/244/ciencia-hoje-25-anos?>>. Acessado em 23 mar 2016.

LIBANORE, A. C. L. S.; LOPES, S. E. O que imaginam as crianças de 8 a 10 anos de idade sobre “ciência” e “cientistas”. In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2005.

LIMA, L. V. S.; DANTAS, J. M.; CABRAL, C. G. Concepções de estudantes do Ensino Médio sobre Ciência e Gênero. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2015.

LISBOA, M. M.; ARRAIAS, A. A. M.; FERNANDES, A. R. P.; LIMA, A. B. S.; CAMARGO, G. F.; SILVA, D. M. S. A imagem de Ciência e Cientista na Ótica dos Educandos do Ensino Fundamental de uma Escola Pública do Distrito Federal. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2015.

LOPES, C. V. M.; KRÜGER, V.; DEL PINO, J. C.; SOUZA, D. O. G. Concepções de professores de Química sobre a natureza do conhecimento científico. **Acta Scientiae**, v. 9, n. 1, p. 03-16, 2007.

LOPES, G. Z. L. **Dimensões sociais de ciência e tecnologia**: representações sociais de alunos de escolas públicas de um município paulista. 2010. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Sociedade) - Universidade Federal de São Carlos, 2010.

LORENZON, M.; SANTIN, I. J.; STROHSCHOEN, A. A. G.; SILVA, J. S.; MARCHI, M. I.; SCHUCK, R. J. Professores da educação básica e o conhecimento científico. **Acta Scientiae**, v. 17, n. 3, p. 684-696, 2015.

LOUREIRO, M. J.; POMBO, L.; BARBOSA, I.; BRITO, A. L. A utilização das TIC dentro e fora da escola: resultados de um estudo envolvendo alunos do concelho de Aveiro. **Revista Educação, Formação & Tecnologias**, v. 03, n. 01, p. 31-40, Maio, 2010.

LOVATO, C. S.; MOREIRA, T. M. Da análise à prática: uma proposta de letramento científico. **Anais do IX Encontro do CELSUL**, Palhoça, Santa Catarina, out 2010.

MACEDO, E. A Imagem da Ciência: folheando um livro didático. **Educ. Soc.**, Campinas, vol. 25, n. 86, p. 103-129, 2004.

MACHADO, A. B. **Concepções de ciência entre professores das séries iniciais do ensino fundamental em Florianópolis, SC e suas relações com o ensino de**



- ciências**. 2007. 300 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
- MACHADO, G. O. C.; JURBERG, C.; RUMJANEK, V. M. Visões de ciências de jovens universitários: um estudo de caso sobre a influência dos nichos sociocultural e de pesquisa. IX Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. p. 997-1001, 2013.
- MACHADO, N. H. S; CARNEIRO, M. H. S. Concepções de ciência de alunos da farmácia: reflexões a partir do referencial fleckiano. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2007.
- MAIA, J. O.; SILVA, J. S.; JESUS, K.; PASSOS, M. S.; GOMES, V. B.; SILVA, A. F. A. Concepções de ciência, tecnologia e construção do conhecimento científico para alunos do ensino médio. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2009.
- MARTINS, I.; CASSAB, M.; ROCHA, M. B. Análise do processo de re-elaboração discursiva de um texto de divulgação científica para um texto didático. **Atas do III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2001, Atibaia, SP, 2001.
- MARTINS, I.; NASCIMENTO, T. G.; ABREU, T. B. Clonagem na sala de aula: um exemplo do uso didático de um texto de divulgação científica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 09(1), p. 95-111, 2004.
- MASON, J. Mixing methods in a qualitatively driven way. **Qualitative Research**, v. 6, n. 1, p. 9-25, 2006.
- MASSARANI, Luisa. **A divulgação científica no Rio de Janeiro**: algumas reflexões sobre a década de 20. 1998. Dissertação de Mestrado – IBICT-ECO/UFRJ, Rio de Janeiro. 1998.
- MASSONI, N. T. **Epistemologias do século XX**. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, Programa da Pós-Graduação em Ensino de Física, 2005.
- MASSONI, N. T.; MOREIRA, M. A. O cotidiano da sala de aula de uma disciplina de história e epistemologia da física para futuros professores de física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 1, p.7-54, 2007.
- MASSONI, N. T.; MOREIRA, M. A. Uma análise cruzada de três estudos de caso com professores de física: a influência de concepções sobre a natureza da ciência nas práticas didáticas. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 595-616, 2014.
- MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, v. 12, nº 3, 1995.
- MCCOMAS, W. F.; ALMAZORA, H.; CLOUGH, M. P. The Nature of Science in Science Education: an introduction. **Science & Education**, v. 07, 1998, p. 511-532.

MCMILLEN, S. R. **Threads of Deliberation: A Textual Analysis of Online News Comments**. 2013. Dissertação de Mestrado – Universidade de Ohio, Ohio, 2013.

MELO, E. G. S. **Relações entre representações sociais de alunos sobre ciência e ensino de ciências no curso de licenciatura em física da Universidade Federal Rural de Pernambuco**. 2007. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007.

MELO, J. M. A pesquisa do jornalismo na universidade brasileira - análise das determinações conjunturais. **Comunicação e Sociedade**, ano VI, n. 11, p. 113-129, 1984.

MENDONÇA, A. L. O. O legado de Thomas Kuhn após cinquenta anos. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 10, n. 3, p.535-560, 2012.

MESQUITA, N. A. S.; SOARES, M. H. F. B. Visões de ciência em desenhos animados: uma alternativa para o debate sobre a construção do conhecimento científico em sala de aula. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 14, n. 03, 2008, p. 417-429.

MIRANDA, E. M.; BAFFA, A. L.; FREITAS, D.; PIERSON, A. H. C. Concepções de professores sobre aspectos da natureza da ciência. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2009.

MIRANDA, G. L. Limites e possibilidades das TIC na educação. **Sísifo: Revista de Ciências da Educação**, n. 03, p. 41-50, mai/ago 2007.

MONTEIRO, M. A. A.; TEIXEIRA, O. P. B.; AMARANTE, A. R. S.; CINDRA, J. L.; MONTEIRO, I. C. C. Os textos paradidáticos e a história da ciência em sala de aula: um estudo sobre a ideologia do discurso docente. In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2003.

MORA, A. M. S. **A divulgação científica como literatura**. Rio de Janeiro: Casa da Ciência – Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 2003.

MORAES, R. “O que é esta coisa chamada ciência?” Idéias sobre ciência de professores de matemática, física, química e biologia.. In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2003.

MORAES, R. Mergulhos discursivos: análise textual qualitativa entendida como processo integrado de aprender, comunicar e interferir em discursos. In: GALIAZZI, M. C.; FREITAS, J. V. **Metodologias emergentes de pesquisa em educação ambiental**. Ijuí: Editora Unijuí, 2005. p. 85-114.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, Bauru, SP, v. 9, n. 2, p.191-211, 2013.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. **Análise textual discursiva**. 2ªed. Revisada, Ijuí, RS: Unijuí, 2011.

MORAIS, W. R. **História e Natureza da Ciência no Ensino de Biologia**: perfil e concepções de professores em serviço e de materiais didáticos. 2016. 230 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2016.

MOREIRA, I. C.; MASSARANI, L. Aspectos Históricos da Divulgação Científica no Brasil. In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C.; BRITO, F. (org.). **Ciência e Público: caminhos da divulgação científica no Brasil**. 1ª edição, Rio de Janeiro: Casa da Ciência – Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Fórum de Ciência e Cultura, 2002, p. 43-64.

MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T.; OSTERMANN, F. "História e epistemologia da física" na licenciatura em física: uma disciplina que busca mudar concepções dos alunos sobre a natureza da ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, p. 127-134, 2007.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 07, n. 01, p. 32-46, jan./jun. 2014.

MOURA, C. B.; GUERRA, A. Modelos atômicos em livros didáticos de química do PNLEM 2012: uma análise qualitativa à luz da história e filosofia da ciência. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** Águas de Lindóia, SP, 10 a 14 nov. 2013.

NAOE, A. Bibliotecas virtuais aumentam acesso e visibilidade da produção científica. **ComCiência**, Labjor – UNICAMP, DICYT, Campinas, 2012. Disponível em: <<http://www2.dicyt.com/noticia/bibliotecas-virtuais-aumentam-acesso-e-visibilidade-da-producao-cientifica>>. Acessado em 20 set de 2016.

NASCIBEM, F. G.; VIVEIRO, A. A. Percepções de alunos do Ensino Médio sobre a natureza das ciências e o ensino de ciências. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2013.

NASCIMENTO, H. H. F.; ALMEIDA, M. A. V.; CAMPOS, A. F. Desenvolvimento conceitual na formação inicial de professores de Química: evolução de concepções sobre a natureza da ciência orientada por um programa em História da Química. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2013.

NASCIMENTO, L. A.; CARVALHO, H. R.; SILVA, B. V. C. A astronomia, a historiografia da ciência e os livros didáticos: uma história mal contada? **REnCiMa**, v. 7, n. 5, p. 40-52, 2016.

NASCIMENTO, T. G. Definições de Divulgação Científica por jornalistas, cientistas e educadores em ciências. (Ensaio). **Ciência em Tela**, vol. 01, n. 02, 2008.

NETO, J. M.; FRACALANZA, H. O Livro Didático de Ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

NOSSA, S. N.; TEIXEIRA, A. J. C.; FIORIO, S. L. Uma abordagem epistemológica da pesquisa contábil sobre balanço social e demonstração do valor adicionado. **Revista de Educação e Pesquisa em Contabilidade**, v. 01, n. 02, art. 4, p. 71-93, mai./ago., 2007.

NOUVEL, P. **Filosofia das Ciências**. Tradução de Rodolfo Eduardo Scachett; Vanina Carrara Sigrist. Campinas, São Paulo: Papirus, 2013.

OLEQUES, L. C.; BOER, N.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. Reflexões acerca das diferentes visões sobre a natureza da ciência e crenças de alunos de um curso de Ciências Biológicas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 01, p. 110-125, 2013.

OLIVEIRA, I. A. A. **Discursos de estudantes e *habitus* pedagógicos em cursos de graduação em ciências naturais**. 2010. 100 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Saúde) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

OLIVEIRA, J. R. S. A dinâmica da ciência em artigos de divulgação científica da revista Pesquisa FAPESP. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** Águas de Lindóia, São Paulo, 2013.

OLIVEIRA, J. R. S.; GONTIJO, G. B. **Nos bastidores da ciência**: conhecendo o trabalho do cientista. Araraquara: Letraria, 2015. 50p.

OLIVEIRA, J. R. S.; QUEIROZ, S. L. **Comunicação e linguagem científica**: guia para estudantes de química. Campinas: Editora Átomo, 2007.

OLIVEIRA, T. B. **Ensino de Ciências na Perspectiva CTS: concepções e práticas escolares**. 2013. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, 2013.

OLIVEIRA, W. C.; FERREIRA, J. M. H. Natureza da Ciência na licenciatura em Física do IFRN: comparando ingressantes e concluintes. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2011.

OMENA, B. S. S.; SILVA, L. F.; CAVALARI, M. F. Compreensão dos professores de Ciências sobre aspectos da Natureza da Ciência: algumas considerações sobre os docentes que atuam no ensino fundamental. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2011.

ORLANDI, E. P. **Discurso e texto**: formulação e circulação de sentidos. Campinas: Pontes, 2001. 218 p.

OSÓRIO, M. V.; PECHLIYE, M. M. Análise das concepções de alunos de uma escola pública em São Paulo sobre a imagem dos cientistas. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2011.

PAIXÃO, F.; CACHAPUZ, A. Mudança na Prática de Ensino da Química pela Formação dos Professores em História e Filosofia das Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 18, nov. 2003.

PATRÍCIO, M. R.; GONÇALVES, V. Facebook: rede social educativa? In: I Encontro Internacional TIC e Educação. Lisboa: Universidade de Lisboa, Instituto de Educação, p. 593-598, 2010. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/3584/1/118.pdf>>. Acessado em 24 set 2018.

PÊCHEUX, M. Análise automática do discurso (AAD-69). In: GADET, F.; HAK, F. (Orgs.) **Por uma análise automática do discurso**: uma introdução à obra de Michel Pêcheux. Tradução: MARIANI, B. S. 3ª ed. Campinas: Pontes, 1997. p. 61-162.

PECHULA, M. R. A Ciência Nos Meios De Comunicação De Massa: divulgação de conhecimento ou reforço do imaginário social. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 02, p. 211-222, 2007.

PEIXOTO, H. R. C.; MARCONDES, M. E. R. Reflexões sobre natureza da ciência em um curso de formação de professores. In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2003.

PENA, F. L. A.; TEIXEIRA, A. S. Concepções sobre a natureza da ciência: a trajetória dos estudantes de um curso de evolução dos conceitos da física. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2015.

PEREIRA, A. G.; TERRAZAN, E. A. A Multimodalidade em Textos de Popularização Científica: Contribuições Para O Ensino De Ciências Para Crianças. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 2, p. 489-503, 2011.

PEREIRA, M. G.; LIMA, M. A. J.; ALMEIDA, R. O. Concepções e percepções sobre natureza da ciência e imagem do cientista na perspectiva de estudantes da ilha de maré, Salvador (BA). Revista da **SBE nBIO**, n. 7, 2014.

PEREIRA, M. G.; NASCIMENTO, C. V. C.; BARBOSA, A. T.; ROCHA, G. S. D. C. Concepções de Professores de Ciências, Física, Química e Biologia acerca da Natureza da Ciência. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2013.

PERON, T.; GUERRA, A.; FORATO, T. C. Contextualizando Galileu: Um Possível Caminho para Abordar Natureza da Ciência em Sala de Aula. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2011.

PERUZZI, H. B. U.; TOMAZELLO, M. G. C. O que pensam os estudantes sobre ciência, tecnologia e sociedade: a influência do processo escolar. In: II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 1999.

PESSANHA, J. A. M. Bachelard: Vida e Obra. In: PESSANHA, J. A. M. (Org). **Coletânea Os Pensadores**. São Paulo: Abril Cultural, 1978.

POMPEU, S. F. C.; ZIMMERMANN, E. Concepções sobre ciência e ensino de ciências de alunos da EJA. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2009.

POPPER, K. R. **A Lógica da Pesquisa Científica**. 1931. Traduzido por Leonidas Hegenberg e Octanny Silveira da Mota. São Paulo: Cultrix: ed. da Universidade de São Paulo, 1975.

POPPER, K. R. **Conjecturas e Refutações**. Brasília: Editora da UnB. 1980.

PRAIA, J. F.; CACHAPUZ, A. F. C.; GIL-PÉREZ, D. Problema, teoria e observação em ciência: Para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 1, p.127-145, 2002.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 02, p. 141-156, 2007.

RAIOL, A. N. **Concepções de Ciência dos professores da área da saúde e as dinâmicas curriculares de formação profissional da Universidade do Estado do Pará**. 2015. 123 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Pará, 2015.

RAMOS, L. S.; MELO, P. L. C.; TEIXEIRA, F. M. Concepções sobre a natureza das ciências apresentadas por licenciandos no rio de janeiro: um estudo de caso. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2007.

RAMOS, L. S.; MELO, P. L. C.; TEIXEIRA, F. M. Desenvolvimento de um instrumento para avaliação das concepções sobre a natureza das ciências em professores de ciências. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2009.

REIS, P.; GALVÃO, C. Controvérsias sócio-científicas e prática pedagógica de jovens professores. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 10, n. 2, pp. 131-160, 2005.

RENN, J. A física clássica de cabeça para baixo: como Einstein descobriu a teoria da relatividade especial. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 27, n. 1, p. 27-36, 2004.

REZNIK, G.; MASSARANI, L.; RAMALHO, M.; AMORIM, L. Ciência na Televisão Pública: uma análise do telejornal Repórter Brasil. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 1, p.157-178, maio 2014.

RIBEIRO, D. M. S.; SILVA, M. S. Textos de divulgação científica: uma intervenção para aprofundar as concepções epistemológicas de professores e estudantes de Física. **Acta Scientiae**, v. 17, n. 3, p. 697-714, 2015.

RIBEIRO, E. L. L. **Um olhar sobre as concepções de ciência e ensino de ciências de alunos-concluintes de química**. 2005. 90 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas) - Universidade Federal do Pará, 2005.

RICARDO, E. C.; CUSTÓDIO, J. F.; REZENDE JR., M. F. A tecnologia como referência dos saberes escolares: perspectivas teóricas e concepções dos professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, p. 135-147, 2007.

ROCHA, M. A. S. A Educação Pública antes da Independência. Acervo digital da UNESP, 2010. Disponível em: <<http://www.acervodigital.unesp.br/handle/123456789/104>>. Acessado em 22 jun 2016.

ROCHA, M. B. Contribuições dos textos de divulgação científica para o ensino de Ciências na perspectiva dos professores. **Acta Scientiae**, v. 14, n. 01, jan/abr, 2012, p. 132-150.

ROCHA, M.; MASSARANI, L. Divulgação Científica na *Internet*: Um Estudo de Caso de Comentários Feitos por Leitores em Textos da *Ciência Hoje das Crianças Online*. **Alexandria**, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.9, n.1, p. 207-233, maio 2016.

RODRIGUES, A. M. **Concepções de Ciência versus Prática Pedagógica**: Um estudo com licenciandos de Matemática. 2005. 121 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2005.

RODRIGUES, N. C. Tecnologias de informação e comunicação na educação: um desafio na prática docente. Fórum Linguístico, Florianópolis, v. 06, n. 01, p. 01-22, jan-jun, 2009.

ROSA, M. I. P.; LUDWIG, B. E.; WIRTH, I. G.; FRANCO, P. C.; DUARTE, T. F. Os cientistas nos desenhos animados e os olhares das crianças. In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2003.

ROSS, J. M.; ZURITA, A. R.; LEPE, M. P.; VILLARROEL, O. C.; LAZÓN, E. G. Transformando a concepção sobre natureza da ciência (NoS) em professores de ciências, a partir da realização de academias científicas escolares. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2015.

SAITO, F. "Continuidade" e "Descontinuidade": o processo da construção do conhecimento científico na história da ciência. **Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 22, n. 39, p. 183-194, jan./jun. 2013.

SAITO, F.; BROMBERG, C. História e Epistemologia da Ciência. In: BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F. TRINDADE, L. S. P. (Org.). **História da Ciência: Tópicos atuais**. São Paulo: CAPES/Ed. Livraria da Física, 2010. p. 101-117.

SANTOS, D. B. **Concepções epistemológicas de estudantes universitários ingressantes**: análise do instrumento de pesquisa e da necessidade de uma reorientação do ensino de ciências. 2014. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo, 2014.

SANTOS, J. R. V.; DALTO, J. O. Sobre Análise de Conteúdo, Análise Textual Discursiva e Análise Narrativa: investigando produções escritas em Matemática. **Anais do V Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, Petrópolis, Rio de Janeiro, 2012.

SANTOS, J. V. A.; ROSA, M. D'A.; HOFFMANN, M. B.; HENTZ, H. M.; LEYSER, V. Concepções sobre Ciência e ética científica entre alunos e egressos de um curso de Ciências Biológicas. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2013.

SCHEID, N. M. J.; PERSICH, G. D. O.; KRAUSE, J. C. Concepção de natureza da ciência e a educação científica na formação inicial. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2009.

SCHWANTES, L.; RIBEIRO, P. R. C.; HENNING, P. C. Concepções sobre a Ciência e a articulação com a RNEC/Novos Talentos. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2011.

SIERRA, D. F. M. **Compreensões sobre a Natureza da Ciência de licenciandos a partir da experiência com questões sociocientíficas:** possibilidades para a formação inicial. 2015. 248 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2015.

SILVA, A. M. T. B.; MAZZOTTI, T. B. A Física pelos professores de Física: a contribuição da Teoria das Representações Sociais. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 3, p. 515-528, 2009.

SILVA, C. E. L.; ALVES, J. M. Concepções de ciências e práticas educativas em uma turma do clube do pesquisador mirim do museu Goeldi. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2007.

SILVA, D. A. M. **Natureza da ciência na visão de recém bacharéis em física.** 2015. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Educação) - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Buckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2015.

SILVA, G. A.; AROUCA, M.C.; GUIMARÃES, V. F. As exposições de divulgação da ciência. In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C.; BRITO, F. (org.). **Ciência e Público: caminhos da divulgação científica no Brasil.** 1ª edição, Rio de Janeiro: Casa da Ciência – Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Fórum de Ciência e Cultura, 2002, p. 155-164.

SILVA, J. L. C. Perspectivas Históricas da Biblioteca Escolar no Brasil e Análise da Lei 12.244/10. **Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina**, Florianópolis, v. 16, n. 02, p. 489-517, jul./dez., 2011.

SILVA, M. R. **A ciência no Jornal Nacional e na percepção do público.** 2013. 341 f. Tese (Doutorado em Química Biológica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

SILVA, N. V.; MURÇA, J. S. E.; FREITAS, B. S. P.; GOLDSCHIMIDT, A. I. Formação de professores: A visão de cientista entre graduandos dos cursos de licenciaturas da área de Ciências. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2015.

SILVA, P. R.; ARAÚJO, E. S. N. N.; CARVALHO, G. S.; CALDEIRA, A. M. A. Concepções de futuros professores de biologia brasileiros e portugueses sobre valores éticos da ciência. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2011.

SILVEIRA, F. L. A Metodologia dos Programas de Pesquisa: a epistemologia de Imre Lakatos. **Cad. Cat. Ens. Fis.**, v. 13, n. 03, p. 219-230, dez. 1996.



SIMÕES, C. A.; SIMÕES, A. V. As representações sociais do cientista entre alunos do ensino fundamental de Manaus: indicações para o ensino de ciências. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2009.

SOUZA, A. L. S. **A formação do pedagogo na UESB, campus de Jequié, para o ensino de ciências nos anos iniciais.** 2013. 194 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Formação de Professores) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2013.

SOUZA, A. L. S.; CHAPANI, D. T. Concepções de ciência de um grupo de licenciandas em Pedagogia e suas relações com o processo formativo. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 21, n. 4, p. 945-957, 2015.

SOUZA, C. A. **A identidade de licenciandos em física:** em busca de uma caracterização. 2012. 285 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo, 2012.

SOUZA, R. O.; ARAÚJO, M. S. T.; GUAZZELLI, I. R. B.; MACIEL, M. D. Concepções dos Estudantes sobre a Ciência, os Cientistas e o Método Científico: uma Abordagem Histórico-Crítica como Base para uma Proposta de Intervenção Visando a Ressignificação destes Conceitos. In: XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física "O Ensino de Física e Sustentabilidade". **Anais...** São Luis, Maranhão, 29 de Janeiro a 2 de Fevereiro de 2007.

STRATHERN, P. **Platão (428-348 a.C.) em 90 minutos.** Tradução: GEORDANE, M. H. Consultoria: MARCONDES, D. Rio de Janeiro: Zahar, 1997.

TAVARES, E. J. M. **Evolução das Concepções de Alunos de Ciências Biológicas da UFBA Sobre a Natureza da Ciência:** Influências da Iniciação Científica, das Disciplinas de Conteúdo Específico e de uma Disciplina de História e Filosofia das Ciências. 2006. 183 f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) - Universidade Federal da Bahia, 2006.

TEIXEIRA, E. S. **A Influência de uma Abordagem Contextual nas Concepções Sobre a Natureza da Ciência:** Um Estudo de Caso com Estudantes de Física da UEFS. 2003. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2003.

TEIXEIRA, E. S.; EL-HANI, C. N.; FREIRE JR, O. Concepções de estudantes de física sobre a natureza da ciência e sua transformação por uma abordagem contextual do ensino de ciências. In: III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2001a.

TEIXEIRA, E. S.; EL-HANI, C. N.; FREIRE JR., O. Concepções de estudantes de física sobre a natureza da ciência e sua transformação por uma abordagem contextual do ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 3, 2001b.

TEIXEIRA, E. S.; FREIRE JR., O.; EL-HANI, C. N. A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de física. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 3, p. 529-556, 2009.

THOMAS, G.; DURANT, J. Why Should we Promote the Public Understanding of Science? In: **Scientific Literary Papers: A Journal of Research in Science, Education and Research**, 1987. Disponível em: <[http://mirror.mit-ocw.sbu.ac.ir/courses/science-technology-and-society/sts-014-principles-and-practice-of-science-communication-spring-2006/readings/durant\\_promote.pdf](http://mirror.mit-ocw.sbu.ac.ir/courses/science-technology-and-society/sts-014-principles-and-practice-of-science-communication-spring-2006/readings/durant_promote.pdf)>. Acessado em 10 jul 2016.

TORRES, J.; VASCONCELOS, C. Natureza da ciência e modelos científicos: um estudo com futuros professores do ensino básico. **Interacções**, n. 39, p. 40-471, 2015.

TRACHTMAN, L. The Public Understanding of Science Effort: A Critique. **Science, Technology, & Human Values**, 6(36), 10-15, 1981. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/689093>>. Acessado em 20 set 2016.

VARGAS, C. F. A Divulgação Científica e os Níveis de Conhecimento. **Vidya**, v. 37, jan/jun 2002, p. 105-119.

VIDAL, P. H. O.; PORTO, P. A. A História da Ciência nos Livros Didáticos de Química do PNLEM 2007. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 2, p. 291-308, 2012.

VIEIRA, C. L. **Pequeno manual de divulgação científica: dicas para cientistas e divulgadores da ciência**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje, 2006. 47 p.

VIEIRA, V.; RUSSO, A.; VIANNA, C. A.; HERMOGENIO, D.; ARAÚJO, F. R. C.; FAÇANHA, A. Construindo o conhecimento científico – um projeto para o ensino básico. In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2005.

VILELA-RIBEIRO, E. B.; BENITE, A. M. C. Concepções sobre natureza da ciência e ensino de ciências: um estudo das interações discursivas em um Núcleo de Pesquisa em Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, 2009.

VISITAÇÃO, V. L.; SILVA, M. R. Uma análise dos livros didáticos de biologia do PNLD/2012: o episódio da dupla hélice do dna e o conceito de natureza da ciência no ensino de ciências. In: IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. **Atas...** Ponta Grossa, PR, 27 a 29 nov. 2014.

WENNING, C. J. Scientific epistemology: How scientists know what they know. **J. Phys. Tchr. Educ. Online**, n. 05, v. 02, 2009.

ZAMBONI, M. S. Z. **Heterogeneidade e Subjetividade no Discurso da Divulgação Científica**. 1997. Tese de Doutorado – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 1997.

ZANETIC, J. **Física Também é Cultura**. 1989. Tese de Doutorado – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

ZOMPERO, A. F.; ARRUDA, S. M. Concepções de Ciência e Cientista entre alunos do ensino fundamental. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2011.

ZOMPERO, A. F.; ARRUDA, S. M.; GARCIA, M. F. L. Estudo comparativo sobre concepções de ciência e cientista entre alunos do ensino fundamental. In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...** 2005.

# APÊNDICE

Quadro 1 – Formulário de análise do texto a.

DADOS DO TEXTO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA	
<b>TÍTULO</b>	Monopolos Magnéticos: a longa busca por um 'Norte' ou 'Sul' isolados
<b>AUTOR</b>	Dr. Clodoaldo Irineu Levartoski de Araujo
<b>RETRANCA</b>	Física
<b>VOLUME</b>	56
<b>Nº</b>	335
<b>MÊS/ANO</b>	abr./2016
<b>PÁGINA</b>	38-42
<b>SOBRE O AUTOR</b>	<p>Laboratório de Spintrônica e Nanomagnetismo (LabSpin), Departamento de Física, Universidade Federal de Viçosa (MG)</p> <p>Possui Licenciatura plena em Física (2005), Mestrado em Física (2007) e Doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais (2011), pela Universidade Federal de Santa Catarina. Realizou estágio de Doutorado em Microeletrônica na Fondazione Bruno Kessler em Trento-Itália (2009), Doutorado Sanduíche em Spintrônica na University of Plymouth, Inglaterra (2010) e Pós-Doutorado no Spin Electronics Research - Spintec em Grenoble-França (2015) investigando memórias magnéticas de acesso randômico em configuração de vórtice. É professor adjunto II do Departamento de Física da Universidade Federal de Viçosa e coordenador do Laboratório de Spintrônica e Nanomagnetismo (LabSpiN), atuando principalmente nos seguintes temas: Nanomagnetismo e spintrônica, micro e nanofabricação de dispositivos híbridos e eletrodeposição de nanoestruturas.</p> <p>Fonte: <a href="http://lattes.cnpq.br/7375250203293895">http://lattes.cnpq.br/7375250203293895</a></p> <p>Acesso: 28/03/2017</p>
<b>DISPONÍVEL EM:</b>	<a href="http://assinaturadigital.cienciahoje.org.br/revistas/reduzidas/335/files/assets/basic-html/index.html#1">http://assinaturadigital.cienciahoje.org.br/revistas/reduzidas/335/files/assets/basic-html/index.html#1</a>
ANÁLISE	
RESUMO	
<p>O artigo apresenta a busca de pesquisadores pelos monopolos magnéticos, abordando conceitos de magnetismo e eletricidade. Mesmo que eles não tenham sido detectados, análogos aos monopolos já têm sido desenvolvidos em materiais naturais e artificiais. O autor traz hipóteses iniciais, teorias sobre esses materiais, experimentos e observações já realizadas, bem como os resultados de algumas pesquisas. Analogias e esquemas são utilizados no texto para facilitar a compreensão de alguns conceitos ou a visualização de resultados, principalmente com o uso de figuras. O impacto desses materiais no desenvolvimento da magnetrônica e ênfase dada no interesse dos cientistas por esses materiais também estão presentes.</p>	

<b>Introdução</b>	Apresenta a informação de que desde a primeira observação de atração e repulsão observada na história até os dias de hoje, não foram encontrados polos magnéticos isolados na natureza.		
<b>Gelos de <i>Spin</i></b>	Apresenta a base teórica que prevê a existência dos monopólos magnéticos, informando que partículas análogas foram desenvolvidas em laboratório.		
<b>Sistemas frustrados</b>	Explicam como é simulada a criação dos análogos aos monopólos magnéticos através de um arranjo de ímãs que funcionam através de um sistema frustrado.		
<b>Barras nanométricas</b>	Expressa que, apesar do grande interesse em estudar esses materiais, há uma dificuldade de reproduzi-los. No entanto, informa que estudos que visam a fabricação e aplicação desses materiais estão sendo realizados - como é o caso das barras nanométricas de níquel.		
<b>Rumo à megatrônica</b>	Expressa as perspectivas para a área com o desenvolvimento e aplicações dos análogos aos monopólos magnéticos, bem como fortifica a busca desse material na natureza.		
<b>Quadro: mais liberdade para os monopólos</b>	Apresenta os estudos que estão sendo realizados no Lab <i>Spin</i> , bem como as parcerias e os resultados que estão sendo obtidos nas pesquisas.		
<b>CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS A NdC E O TRABALHO CIENTÍFICO</b>			
<b>EXCERTO DO TDC</b>	<b>ANÁLISE</b>	<b>PALAVRAS DESTACADAS</b>	<b>PERCEPÇÃO DA CIÊNCIA<sup>1</sup></b>
[1a] Esse experimento simples revela um fato inquietante para os físicos: <u>a teoria prevê</u> a existência de ímãs com um só polo - os chamados monopolos magnéticos - mas eles nunca foram encontrados na natureza. (p. 39)	Nos remete ao fato de que ao quebrar um ímã obtemos duas metades de um novo ímã - com polo positivo e negativo - e não uma metade positiva e outra negativa. Esse acontecimento contraria a teoria que prevê a existência desses monopólos, o que nos mostra como um experimento nem sempre comprova aquilo que a teoria embasa. O excerto nos mostra que o método empírico-indutivista - que diz que fatos particulares são generalizados em teorias - não condiz com a teoria dos monopólos magnéticos, e que, mesmo não sendo confirmada pela experimentação, essa teoria não descartada.	EXPERIMENTO E TEORIA	

<sup>1</sup> Legenda das cores para este e os demais formulários: verde = apresenta uma percepção considerada mais adequada sobre a NdC; vermelho = apresenta uma percepção estereotipada/deformada da NdC; amarelo = pode apresentar uma visão estereotipada ou não, dependendo de como o assunto é percebido pelo leitor.

<p>[2a] Isso, no entanto, não tem impedido que <u>pesquisadores criem e manipulem</u> análogos a monopolos magnéticos <u>em seus laboratórios</u> nos últimos anos [...] (p. 39)</p> <p>[3a] Monopolos magnéticos 'naturais' (de Dirac) ainda não foram encontrados, mas isso não impediu que os físicos <u>criassem e observassem em seus laboratórios</u> entidades análogas à partícula prevista pelo físico britânico ainda na década de 1930. (p. 40)</p>	<p>A maneira como o excerto traz as informações de experimentação pode dar a impressão de que os pesquisadores são os inventores de algo que se assemelha aos monopólos magnéticos - que não podem nem mesmo ser encontrados na natureza. Quando abordamos aspectos sobre a produção ciência e como essas informações podem afetar a percepção dos alunos, as próprias palavras utilizadas devem ser muito bem escolhidas para que não sugira uma imagem distorcida do trabalho do cientista, pois, as entrelinhas de um texto podem sugerir <i>"uma visão de ciência diferente daquela que se busca defender. Algumas concepções arraigadas acabam por surgir furtivas em breves comentários ou adjetivos revelando juízos de valor que comprometem o resultado final de um trabalho, no que diz respeito às imagens de ciência e de seu funcionamento"</i> (FORATO <i>et al.</i>, 2011, p. 36).</p>	CIENTISTA	
<p>[4a] E o Brasil tem dado <u>contribuições teóricas e experimentais</u> significativas para esses desenvolvimentos. (p. 39)</p>	<p>Apresenta o diálogo entre a experiência e a teoria, corroborando para uma visão mais ampla e menos reducionista do fazer científico.</p>	DIÁLOGO: TEORIA E PRÁTICA	
<p>[5a] Desde a observação da atração e repulsão entre certas pedras - atribuída, na <u>história da ciência ocidental</u>, a gregos da região da Magnésia, por volta do século 8 a.C. - sabe-se que [...] (p. 39)</p>	<p>Apresenta uma ciência que vem sendo produzida histórica e culturalmente. O interessante deste trecho é que enfatiza a HC ocidental, ou seja, mostrando que se trata de uma determinada cultura, havendo outras culturas que podem ter abordado um mesmo conhecimento de diversas maneiras.</p>	TRADIÇÃO CULTURAL / HISTÓRICA	
<p>[6a] <u>Até o presente momento</u>, não foi possível separar os dipolos magnéticos (norte e sul) de uma partícula subatômica para obter apenas um monopolo magnético. (p. 40)</p>	<p>Este trecho traz diferentes informações: a primeira é a de que a construção do conhecimento científico depende da época na qual ela está inserida - é histórica - e que, se nesse momento não foi possível a identificação dos monopolos magnéticos, em algum outro momento isso poderá (ou não) ocorrer.</p>	TEMPORAL	

<p>[7a] Portanto, <u>o mistério continua</u>: porque não encontramos monopólos magnéticos na natureza? (p. 40)</p>	<p>Quando é colocado o trecho "o mistério continua", isso pode levar ao leitor (aluno/professor) a percepção de uma ciência infalível, pois se os monopolos ainda não foram detectados eles ficam em suspenso na ciência, como algo que precisa ser desvendado. Dividimos essa ideia em outras duas vertentes: uma ligada à ideia de que a ciência se baseia na resolução de problemas, trazidas por Popper, embora a experimentação já tenha (de certo modo) refutado a teoria, uma vez que os monopolos magnéticos não foram identificados; e outra ligada ao paradigma que sustenta a ciência normal, em que os pesquisadores (guiados pela teoria de Dirac) estão fazendo uma imersão dentro do paradigma a fim de resolver este "quebra-cabeças". Por um lado, este excerto mostra a complexidade temporal, hipotética e ainda motivacional da pesquisa, por outro, a escolha dos termos pode levar à mitificação do fenômeno estudado.</p>	<p>MOTIVAÇÃO / QUESTIONAMENTO</p>	
<p>[8a] Essa impossibilidade [...] <u>chama a atenção dos cientistas há muito tempo</u> - talvez, desde a descoberta do próprio magnetismo. (p. 40)</p> <p>[9a] <u>As buscas pelos monopolos</u> magnéticos de Dirac seguem em vários experimentos no mundo. Essas partículas continuam <u>desafiando especialistas</u>. (p. 42)</p>	<p>O trecho aponta uma motivação dos cientistas em pesquisar esse material: a própria impossibilidade de separa os monopolos magnéticos, seja em partículas macro ou microscópicas. Essa ideia possibilita diferentes visões: Feyerabend, por exemplo, pode colocar que o pesquisador vai em busca daquilo que lhe traz interesse; já as ideias de Kuhn, nos diz que o próprio paradigma indica a demanda da comunidade científica. Neste caso, o autor do texto, aponta (inclusive em outros trechos) que muitas pesquisas estão sendo realizadas nessa área, com colaborações entre diversos pesquisadores de diferentes países, o que sugere a motivação por fatores internos à ciência. Ou no caso do segundo trecho, fatores subjetivos do cientista, como o próprio sentimento de ser desafiado.</p>	<p>MOTIVAÇÃO</p>	
<p>[10a] Essa assimetria se torna intrigante pelo fato de o magnetismo e a eletricidade estarem intimamente ligados, <u>como mostram leis de uma área da física denominada eletromagnetismo</u>. (p. 40)</p>	<p>Apresenta a ideia ligada à construção de conhecimento e estudos de fenômenos que são distintos, mas pertencentes à uma mesma área da física, dizendo que os estudos da eletricidade foi um dos pilares que sustentou a suposição dos monopolos magnéticos.</p>	<p>LEIS</p>	
<p>[11a] Portanto, é <u>natural supor a existência</u> também dos monopolos magnéticos, que seriam um novo tipo de partícula elementar. (p. 40)</p>	<p>Presença de suposições e hipóteses iniciais nas ciências, mostrando ao leitor que a observação não é o primeiro passo de um suposto método científico, indo na direção oposta das ideias indutivista mais uma vez.</p>	<p>SUPOSIÇÃO / HIPÓTESE</p>	
<p>[12a] E essa suposição ganhou <u>base teórica</u> há cerca de oito décadas [...] (p. 40)</p>	<p>Mais um trecho que indica os pressupostos teóricos que preveem a existência dos monopolos magnéticos, o que mostra a sua importância na construção do conhecimento científico.</p>	<p>TEORIAS E HIPÓTESES</p>	

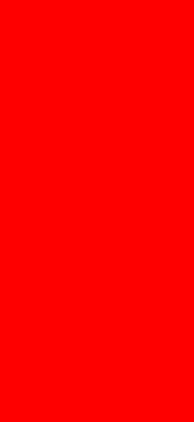
<p>[13a] [...] quando a <u>previsão da existência</u> desses polos magnéticos isolados foi feita pelo físico britânico Paul Dirac (1902-1984), <u>Nobel de Física de 1933</u>. (p. 40)</p>	<p>Menção do prêmio Nobel - prêmio dado àqueles que conferiram benefícios à humanidade, com destaque na ciência e cultura - dado ao pesquisador que formulou a teoria dos monopolos magnéticos. Entretanto, esse fato pode levar a percepção elitista e individualista do trabalho do cientista por parte do leitor, ao apresentar uma teoria premiada como sendo fruto de um único pesquisador.</p>	<p>MENÇÃO AO PRÊMIO NOBEL</p>	
<p>[14a] [...] com a estrutura do gelo comum, <u>descoberta pelo químico</u> norte-americano Linus Pauling (1901-1994). (p. 40)</p> <p>[15a] [...] a <u>invenção</u> dos chamados gelos de spin artificiais facilitou bastante os trabalhos experimentais dos pesquisadores que atuam na área de monopolos magnéticos. (p. 41)</p>	<p>Citação da "<u>descoberta</u>" da estrutura do gelo, que também traz essa ideia. Reforçamos a colocação de Forato <i>et al.</i> (2011) no cuidado com a escolha das palavras que, mesmo não tendo a intenção, pode carregar uma imagem mitificada da ciência. A descoberta no sentido de identificação, pesquisa, consequência de um estudo, é uma visão que corrobora com a ideia de construção do conhecimento; mas, quando a palavra descoberta causa uma percepção de revelação da verdade, criação, invenção de algo que não existia, ela leva a uma imagem deformada da NdC. Assim como ocorre com o trecho que aponta as implicações que a "<u>invenção</u>" dos gelos de <i>spin</i> trouxe à pesquisa.</p>	<p>FINALIDADE / DESCOBERTA</p>	
<p>[16a] Agora, se colocarmos um terceiro imã, afastado dos dois primeiros, de forma que seus centros formem um triângulo, haverá uma competição entre atração e repulsão de seus polos, e esse conjunto nunca encontrará uma posição estável. (p. 40)</p> <p>[17a] [...] teremos um sistema que apresenta características muito semelhantes aos monopolos elétricos. (p. 40)</p>	<p>Os dois trechos apresentam a ideia de estudo de fenômenos que leva a construção de conhecimento, que remete ao uso de modelos e analogias na ciência: no primeiro, a descrição de parte da metodologia utilizada na simulação dos monopolos magnéticos; no segundo, a apresentação de que esse sistema é uma espécie de modelo semelhante ao monopolo elétrico.</p>	<p>DESCRIÇÃO DE PROCEDIMENTOS /CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO - MODELOS</p>	
<p>[18a] Há, hoje, grande interesse no estudo dos gelos de <i>spin</i>, mas a <u>difícil reprodução</u> desses materiais naturais em laboratório e seus efeitos - só observados a temperaturas muito baixas, próximas do zero kelvin (cerca de 273° Celsius negativos) - <u>torna impossível sua aplicação imediata em dispositivos práticos</u>. (p. 41)</p>	<p>Relata as limitações das pesquisas com os <i>gelos de spin</i> naturais, devido às suas condições extremas de manipulação, o que dificulta a aplicação do material. O que é um indício de que na ciência existem fatores que dificultam o trabalho, sendo necessário formular novas alternativas, como o desenvolvimento desses materiais artificiais, como apresentado no TDC.</p>	<p>LIMITAÇÕES</p>	



<p>[19a] A partir do momento em que <u>técnicas apuradas de fabricação</u> - similares às usadas nos modernos processadores de computador - foram desenvolvidas, foi possível a obtenção de estruturas muito pequenas, com dimensões da ordem de nanômetros (bilionésimos de metro). (p. 41)</p> <p>[20a] A adequação da indústria - com a crescente demanda por miniaturização dos dispositivos - proporcionou o <u>desenvolvimento de equipamentos</u> sofisticados que hoje são aplicados na busca por sistemas de geração e transporte [...] dos análogos aos monopolos magnéticos. (p. 42)</p>	<p>O TDC aponta que o uso de novas técnicas e de novos equipamentos possibilitou muitos dos estudos dos análogos aos monopolos magnéticos. Isso traz a ideia de que determinado estágio do conhecimento científico, muitas vezes, depende de uma tecnologia ou instrumento. Mostrando que a ciência e a tecnologia caminham juntas e são dependentes uma da outra - e não a <i>“tecnologia como subproduto dos conhecimentos científicos.”</i> (FIRME; AMARAL, 2008, p. 257)</p>	<p>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS</p>	
<p>[21a] [...] foi fabricado, a partir do elemento níquel, por <u>nosso grupo</u>, do <i>Laboratório de Spintrônica e Nanomagnetismo</i> (LabSpin). (p. 41)</p> <p>[22a] O LabSpin - <u>associado ao</u> Sistema Nacional de Nanotecnologia (Sisnano) - é parte de uma <u>colaboração pioneira no Brasil</u> para o desenvolvimento, a fabricação e o estudo dos gelos de spins artificiais, voltados para a criação, manipulação e o transporte de monopolos magnéticos análogos aos de Dirac. (p. 41)</p> <p>[23a] [...] <u>nossa colaboração</u> busca diferentes arranjos das barras nanométricas [...], para que essa movimentação seja mais ordenada e, portanto, consuma menos energia. (p. 42)</p> <p>[24a] No mais recente trabalho feito pelo LabSpin, no cenário de uma <u>colaboração internacional</u> [...] (p. 42)</p> <p>[25a] Nesse arranjo, posto em prática por <u>nossa colaboração</u> [...] (p. 42)</p> <p>[26a] Atualmente, o LabSpin está <u>trabalhando em parceria</u> com o Laboratório Ibérico Internacional de Nanotecnologia, em Braga (Portugal), em outras estruturas que proporcionam transporte quase livre dos monopolos. (p. 42)</p>	<p>Os trechos descritos apresentam indícios da presença do trabalho coletivo na ciência, seja por mencionar membros do grupo de pesquisa do LabSpin, seja por mencionar associações e colaborações entre grupos de outras instituições em diferentes países. Com isso, o mito do cientista que trabalha de modo isolado pode ser desmistificado pelo próprio texto, contribuindo para uma imagem mais realista do trabalho do pesquisador. Além disso, o trecho [22a] enfatiza a pesquisa nacional, que muitas vezes é sufocada pelos estudos realizados internacionalmente, o que credita os pesquisadores brasileiros e pode incentivar o interesse dos jovens pela área.</p>	<p>COLETIVIDADE / PESQUISA NACIONAL</p>	

<p>[27a] É justamente esse movimento que permite, na prática, o movimento dos monopolos ao longo do conjunto das nanobarras - <u>como ocorria em nosso modelo teórico com ímãs</u>. (p. 41)</p>	<p>Este trecho relata que, antes de realizar uma aplicação prática das barras nanométricas - espécie de gelos de <i>spin</i> artificiais - modelos teóricos foram realizados. Enquanto os modelos de senso comum se referem a algo concreto, os científicos são representações da realidade, ou seja, uma construção imaginária de algo mediante a ação conjunta da comunidade científica (GALAGOVSKY e ADÚRIZ BRAVO, 2001). Bachelard já apontava que a complexidade de um fenômeno não contempla métodos absolutos, sendo o diálogo entre a teoria - inicial para a construção de um modelo - e a prática - na aplicação experimental com diferentes materiais - muito importantes na construção do conhecimento.</p>	<p>TEORIA E PRÁTICA</p>	
<p>[28a] <u>Espera-se</u> que os <b>avanços</b> nessa nova área levem aos chamados dispositivos magnetrônicos. (p. 42)</p>	<p>Apresenta uma hipótese da implicação da pesquisa para o desenvolvimento de um produto. A hipótese de que esses estudos podem produzir dispositivos magnetrônicos - que funcionam a base da eletricidade gerada por elétrons - pode ou não acontecer, por isso o uso da palavra "<i>espera-se</i>", dando a ideia de que a ciência é complexa e que não está pronta e acabada. Quanto à utilização da palavra "<i>avanços</i>", podemos fazer as seguintes observações: quando se fala em avanços na ciências, muitas das vezes, associamos essa ideia à acumulação de conceitos de maneira linear, o que gera o progresso científico (ALFONSO-GOLDFARB, 2004). No TDC, é colocado que a observação da atração e repulsão de pedras no século 8 a.C., os pressupostos teóricos de Dirac em 1930 e os estudos que ainda estão sendo realizados na área, podem ser interpretados como um avanço que vem "<i>progredido lentamente desde a Idade da Pedra até a ciência moderna europeia!</i>" (ALFONSO-GOLDFARB, 2004, p.78). Como o TDC mostra o desenvolvimento de uma pesquisa científica, o foco da discussão gira em torno dos pontos positivos em relação ao que foi alcançado e ao que espera-se alcançar, muitas vezes deixando de lado as frustrações e caminhos estudados que não chegaram ao resultado esperado, mas que, de algum modo, contribuíram para o conhecimento atual.</p>	<p>IMPLICAÇÕES DA PESQUISA / HIPÓTESES</p>	

<p>[29a] Os rápidos avanços no entendimento das características fundamentais das estruturas que simulam os monopolos magnéticos, bem como <u>a comprovação</u> da possibilidade de que essas estruturas podem ser manipuladas, são <u>passos importantes para o futuro desenvolvimento e aplicação</u> de dispositivos magnetrônicos, em substituição aos usados na eletrônica convencional. (p. 42)</p>	<p>Assim como o trecho anterior, este fala sobre as possíveis implicações da pesquisa. Entretanto, destacamos ainda a ideia do progresso acumulativo na ciência, sob um novo olhar. Se pensarmos que o texto relata um período de ciência normal, os pesquisadores estão imersos no paradigma, procurando articulá-lo e produzir o conhecimento com as bases teóricas que o sustenta - o que é compreensível e faz muito sentido com tudo o que foi apresentado -. Isso faz com que a ideia de que o desenvolvimento dessa teoria (dentro do paradigma dos monopolos) pode causar avanços e aplicações importantes nessa área. Apesar disso, o que ressaltamos é o fato de que, dependendo de como o leitor recebe as informações, a ideia de progresso linear pode ser reforçada, por não mostrar possíveis controvérsias ou recusa enfrentada no estabelecimento da teoria - uma vez que os indícios iniciais vão contra a teoria: o que fez com que ela se estabelecesse?</p>	<p>IMPLICAÇÕES DA PESQUISA / PARADIGMA</p>	
<p>[30a] [...] <u>o fato de ainda não terem sido detectadas não impediu que grandes avanços teóricos e experimentais fossem obtidos</u> a partir desse conceito e da criação de fenômenos análogos em laboratórios do mundo - inclusive no Brasil. (p. 42)</p>	<p>Assim como no excerto [1a], a não observação/identificação dos monopolos na natureza não dá descrédito a uma teoria, que continua se articular a fim de buscar alternativas artificiais que corroborem com os estudos na área. O que, além de tirar o foco do método empírico-indutivista, também aponta falhas no falsificacionismo.</p>	<p>TEORIA E PRÁTICA / PESQUISA NACIONAL</p>	
<p>[31a] [...] desenvolvemos, com a <u>ajuda de simulações computacionais</u>, barras nanométricas com uma geometria especial, para apresentar a maior liberdade possível aos monopolos. (p. 42)</p>	<p>Apresenta a interação da ciência com novas tecnologias, como as simulações computacionais, que podem auxiliar no desenvolvimento de modelos, elaboração de cálculos e inclusive simular experimentos e resultados, aprimorando e facilitando o trabalho científico. Inclusive a visão de que o cientista está cercado por vidrarias e que o seu trabalho é essencialmente experimental, pode ser desmistificado.</p>	<p>TECNOLOGIA</p>	
<p>[32a] Esses <u>resultados foram publicados</u> no periódico científico britânico <i>Nanotechnology</i> (v. 26, p. 29, 2015). (p.42)</p>	<p>As publicações científicas, tradicionalmente conhecidas como artigos, são usados "<i>pelos cientistas para divulgar seus resultados de pesquisa nas revistas científicas</i>" (p.13) com o objetivo de promover a difusão do conhecimento produzido na pesquisa aos demais membros da comunidade científica (OLIVEIRA; GONTIJO, 2015). Além de gerar o debate e estimular novos conhecimentos, a produção de artigos também promove a pesquisa e dá credibilidade ao pesquisador, que pode angariar mais fundos para o seu trabalho (LATOURET, 1997). Além de mostrar outra vertente do trabalho científico, o trecho também nos remete a presença de uma comunidade avaliadora, o que também leva a desmistificação da imagem individualista e elitista na ciência.</p>	<p>PUBLICAÇÕES</p>	

<p>[33a] [...] <u>recebe um grande patrocínio financeiro para fazer, com seus amigos, uma expedição ao polo Norte. Objetivo: <u>tentar comprovar experimentalmente a existência dessas misteriosas partículas.</u> Dotado de enorme ego, Cooper acredita que essa descoberta lhe trará o almejado prêmio Nobel de Física.</u> (p. 40)</p>	<p>Este trecho é o parágrafo introdutório do TDC que tem com objetivo prender a atenção do leitor, motivando-o a chegar até o fim da leitura através de uma mensagem de impacto (VIEIRA, 2006). Nada como uma menção a um seriado de TV para atrair o jovem a realizar a leitura do texto. Entretanto, como vimos nas pesquisas que relatam a percepção de professores e estudantes sobre a NdC e o trabalho científico, a mídia pode ser um possível influenciador de imagens deformadas da ciência. Neste trecho, é claro a imagem de um cientista elitizado, que tem como objetivo receber prêmios e realizar descobertas misteriosas, corroborando com as visões apresentadas anteriormente no cap. 2. Apesar disso, também é colocado o auxílio financeiro e a presença de seus "amigos", também cientistas, nessa empreitada, mostrando o convívio de ideias estereotipadas com ideias mais aceitas em relação à ciência no seriado.</p>	<p>POSSÍVEL INFLUENCIADOR</p>	
---	--	-----------------------------------	---

Quadro 2 – Formulário de análise do texto b.

<b>DADOS DO TEXTO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA</b>	
<b>TÍTULO</b>	Luz dos Raios Cósmicos: como dois tipos de radiação luminosa ajudam a entender esses mensageiros do universo
<b>AUTORA</b>	Daniela Maurizio
<b>RETRANCA</b>	Física
<b>VOLUME</b>	56
<b>Nº</b>	333
<b>MÊS/ANO</b>	jan./fev./2016
<b>PÁGINA</b>	30-33
<b>SOBRE O AUTOR</b>	Observatório de Raios Cósmicos Pierre Auger
<b>DISPONÍVEL EM:</b>	<a href="http://assinaturadigital.cienciahoje.org.br/revistas/reduzidas/333/files/assets/basic-html/index.html#1">http://assinaturadigital.cienciahoje.org.br/revistas/reduzidas/333/files/assets/basic-html/index.html#1</a>
<b>ANÁLISE</b>	
<b>RESUMO</b>	
O artigo apresenta o estudo da radiação através da fluorescência e do efeito Cherenkov realizados no Observatório Auger. São colocadas as questões iniciais e hipóteses levantadas as quais motivaram esses estudos (inclusive pelo próprio Cherenkov e seus colegas) e a construção do observatório. Além disso, a autora descreve como esses efeitos são detectados pelos instrumentos utilizados, como os dados são coletados, entre outros procedimentos que nos auxilia a compreender o estudo.	
<b>Introdução</b>	Descrição do fenômeno da fluorescência para introduzir o conceito de um "chuveiro atmosférico" e da importância em se medir a intensidade dessa luz.
<b>Efeito Cherenkov</b>	É apresentado o conceito de luz/efeito Cherenkov e como ela pode auxiliar no estudo dos raios cósmicos. É demonstrado como essa luz é formada e como ela pode ser detectada através de equipamentos específicos.
<b>Observatório nos pampas</b>	Aponta que muitos estudos já haviam sido realizados, mas ainda traziam uma série de incertezas. Assim, são apresentadas questões que motivaram a construção do Observatório Auger, que estuda e detecta partículas cósmicas.
<b>Olho de mosca</b>	Descrição da técnica e de condições necessárias para detectar a luz de fluorescência produzida pelos chuveiros atmosféricos utilizada no Observatório.
<b>Tanques de água ultrapura</b>	Descrição dos instrumentos e técnicas necessárias para a detecção da luz Cherenkov bem como todas as etapas do processo de captação e emissão de sinais que permitem a coleta dos resultados.
<b>Quadro: luz azulada em uma garrafa</b>	Conta um pouco sobre a vida e o trabalho de Cherenkov em relação ao efeito que leva seu nome, dando ênfase às hipóteses, caminhos e resultados aos quais ele e seus colegas chegaram.
<b>CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS A NdC E O TRABALHO CIENTÍFICO</b>	

EXCERTO DO TDC	ANÁLISE	PALAVRAS DESTACADAS	PERCEPÇÃO DA CIÊNCIA
<p>[1b] Como dois tipos de radiação luminosa <u>ajudam a entender</u> esses <u>mensageiros do universo</u> (p. 30)</p> <p>[2b] Nos últimos 100 anos, diversas <u>técnicas têm sido usadas para revelar a natureza, a origem e os mecanismos</u> de aceleração desses núcleos atômicos velozes e energéticos. (p. 30)</p> <p>[3b] Mais recentemente, dois tipos de 'luz' produzida por esses viajantes do cosmo têm ajudado os especialistas a <u>desvendar mistérios desse fenômeno astrofísico</u>, um dos mais intrigantes da natureza. (p. 30)</p>	<p>Os trechos fazem parte de uma pequena chamada introdutória ao texto, que faz uma panorama geral sobre o assunto a ser tratado. Com isso, o texto traz alguns artifícios para prender a atenção do leitor que pode gerar certo misticismo frente ao assunto tratado. No caso, trata a radiação como mensageiros do universo e o cientista como aquele quem descobre os segredos em relação fenômeno. Chamamos a atenção para o fato de que a radiação luminosa é um fenômeno que pode trazer informações importantes sobre os corpos celestes - como o decorrer do TDC nos conta - e que o cientista estuda esse fenômeno a fim de compreendê-lo. Os excertos nos dizem isso, porém com uma linguagem diferente e atrativa, o que pode levar o leitor - desprovido de outras visões da NdC - a perceber o trabalho científico como sendo aquele que desvenda a natureza, objetivando um conhecimento pronto e acabado.</p>	<p>FINALIDADE DA PESQUISA / DESCOBERTA</p>	
<p>[4b] A intensidade dessa radiação é diretamente proporcional à energia perdida pelo átomo. Por isso, <u>medir a intensidade dessa luz</u> - que, no caso, tem a frequência do ultravioleta - é muito importante para determinar não só a direção de chegada do raio cósmico, mas também sua energia. (p. 30)</p> <p>[5b] Os <u>aparatos que captam essa emissão</u> - que se espalha em todas as direções da atmosfera - são chamados detectores de fluorescência. (p. 31)</p> <p>[6b] [...] um sistema óptico eletrônico que tem a função de captar esse tipo de luz e transformá-la em sinais elétricos, que são enviados para um computador. (p. 32)</p>	<p>Como os conceitos tratados no texto são abstratos e o TDC parte do princípio que o leitor não é um especialista no assunto, os níveis de didaticidade, de exemplos e explicações detalhadas estão presentes a todo o momento. No trecho, destacamos que durante essas explicações foi mencionado a medição da intensidade da radiação. Para isso, os pesquisadores precisam de equipamentos específicos que captam essa radiação e todo um sistema que codifica os sinais recebidos transformando-os em dados, que só então serão analisados pelos pesquisadores. A ciência precisa de tecnologias e equipamentos que dão subsídios para o estudos dos fenômenos, assim, não podemos reduzir a tecnologia a uma área aplicada da ciência.</p>	<p>DESCRIÇÃO DE TÉCNICAS E INSTRUMENTOS</p>	
<p>[7b] A <u>velocidade da luz no vácuo (cerca de 300 mil km/s) é um limite superior para qualquer corpo dotado de massa</u> [...] Ou seja, <u>não há</u> objeto que possa se mover no vácuo mais rapidamente que a luz. (p. 31)</p> <p>[8b] Porém, as <u>leis da física não impedem</u> que um corpo se propague em um meio material (água, ar, vidro etc.) com velocidade superior à da luz naquele meio [...] (p. 31)</p>	<p>Existe na ciência um corpo de conhecimentos já fixados em algum momento na história - como o indicado no trecho ao lado - podemos dizer que esses conceitos são inquestionáveis, pois já foram consolidados. Porém, se o conhecimento é transitório e está sempre sendo construído, assim a afirmação de que não há objeto que se mova mais rápido que luz no vácuo pode vir a ser refutada. Segundo Popper, isso é o que faz com que essa conjectura audaciosa não seja considerada um dogma.</p>	<p>LEIS</p>	

<p>[9b] Nos pampas argentinos, está o <u>Observatório de Raios Cósmicos Pierre Auger</u>. Em funcionamento desde 2005 e ocupando uma área com 3 mil quilômetros quadrados, é o maior laboratório construído até hoje para o <u>estudo e a detecção</u> dessas partículas cósmicas. (p. 31)</p> <p>[10b] A luz Cherenkov atmosférica pode ser detectada por espelhos especiais, fornecendo <u>informações importantes para estudar</u> a direção e a natureza do raio cósmico que iniciou o chuva atmosférico. (p. 31)</p>	<p>O excerto menciona um observatório que se dedica ao estudo da radiação luminosa que chega na atmosfera terrestre. Como o próprio TDC apresenta, esse observatório foi construído em homenagem Pierre Auger, um físico francês especialista em estudos nessa área. Pontuamos que o trecho traz a ideia de que uma das características da ciência é o estudo de fenômenos, a fim de detectá-los e conhecê-los. Auxiliando na desmistificação de alguns pontos descritos no início do próprio texto, que podem levar a uma imagem mistificada da ciência.</p>	<p>FINALIDADE / ESTUDAR FENÔMENOS</p>	
<p>[11b] [...] <u>muitos experimentos já haviam estudado os raios cósmicos</u>. Alguns desses projetos haviam usado separadamente detectores de fluorescência e detectores Cherenkov.</p>	<p>Apresenta a experimentação como um meio de estudo utilizado na pesquisa, mostrando que ela é coerente com o trabalho científico, mas não necessariamente é realizada dentro de um laboratório ou com o uso de vidrarias e soluções - típicas dos estereótipos deformados do fazer científico -, mas sim com aparatos tecnológicos que utilizam a própria atmosfera como "laboratório".</p>	<p>TIPO DE ESTUDO</p>	
<p>[12b] Mas os resultados sobre certas propriedades dos raios cósmicos [...] <u>foram ambíguos</u>. (p. 31)</p> <p>[13b] [...] <u>Nas primeiras décadas de estudo desse fenômeno</u> - iniciadas ainda por volta de 1910 -, havia ainda muitas <u>dúvidas e incertezas</u> sobre a natureza e a origem desses núcleos. (p. 32)</p>	<p>Os trechos apresentam a ambiguidade, dúvidas e incertezas em relação aos resultados iniciais encontrados durante as pesquisas dos fenômenos. Isso acontecia, pois a fluorescência e os raios Cherenkov eram estudados separadamente e os equipamentos e técnicas existentes não eram suficientes para estudá-los. Isso mostra que existem alguns limites que são próprios da ciência e da tecnologia envolvida e não necessariamente dos obstáculos do espírito científico. O próprio paradigma ao qual o pesquisador está inserido, inclusive, pode limitar a sua visão sobre o fenômeno.</p>	<p>LIMITAÇÕES / OBSTÁCULOS</p>	
<p>[14b] Algumas das <u>perguntas que motivaram a construção do Observatório Auger</u> - idealizado em meados da década de 1990 - foram: i) podem chegar à Terra raios cósmicos de altíssima energia (ditos ultra energéticos)?; ii) se sim, então, de onde les vêm?; iii) do que são formados?; iv) como são acelerados? (p. 32)</p> <p>[15b] Para tentar responder essas e outras questões, o Observatório Auger passou a usar [...] A união dessas duas técnicas [que] facilitou a reconstrução da direção e do formato aéreo do chuva, bem como da energia do raio cósmico. (p. 32)</p>	<p>Algumas questões foram apontadas como motivadoras na construção do observatório, isso mostra que além de observações, a ciência também busca resolver questões colocadas pelos pesquisadores. Essas questões, não precisam estar relacionadas a resolução de problemas que auxiliaram de algum modo a sociedade. No caso, as questões motivacionais para a construção do observatório e, consequentemente, para o estudo ali realizado são internas à própria área de conhecimento, vindo para articular os conceitos dentro do próprio programa de pesquisa.</p>	<p>MOTIVAÇÃO</p>	

<p>[16b] Por essa razão, o Observatório Auger foi pensado para cobrir uma área de 3 mil km<sup>2</sup>, ou seja, para ser capaz de detectar 30 desses eventos por ano - <u>resultados posteriores do próprio observatório indicaram que existe uma pequena probabilidade de que a origem dos ultraenergéticos talvez seja buracos negros habitando o centro das galáxias.</u> (p. 32)</p>	<p>Através dos estudos realizados no observatório e dos resultados obtidos, foi possível que os pesquisadores apontassem a hipótese de que os buracos negros podem ser originados por raios ultraenergéticos. Destacamos a maneira como essa informação é apontada no texto: a autora coloca que os resultados indicam que há uma pequena probabilidade, ou seja, não se pode afirmar com base nos dados obtidos essa possível origem dos buracos negros. Isso porque os conceitos, metodologias e equipamentos, estão em constante mudança, apoiados pelas teorias que os regem, estabelecendo novas relações com o fenômeno (KUHN, 2013) - uma nova forma de interpretar o fenômeno.</p>	<p>IMPLICAÇÕES / HIPÓTESES</p>	
<p>[17b] [...] pode ver em muitas direções e modificar as imagens, para obter uma informação única: a trajetória do raio cósmico. (p. 32-33)</p> <p>[18b] A informação vinda dos 'olhos de mosca' permite reconstruir a trajetória aérea percorrida pelo chuveiro, a qual é visualizada como uma série de pontos brilhantes em uma tela de computador. (p. 33)</p> <p>[19b] A luz produzida é também convertida em sinais elétricos por três fotomultiplicadores, dispostas simetricamente na parte superior do tanque, de modo a recolher a maior quantidade possível dessa luz. (p. 33)</p> <p>[20b] Os sinais elétricos são enviados para o centro de coletas de dados - instalações amplas que ficam na zona urbana de Malargüe - por meio de uma antena de rádio fixa ao tanque e alimentada por painéis solares. (p. 33)</p>	<p>Os trechos em destaque apresentam a descrição de parte do processo que ocorre para a coleta dos sinais pelos equipamentos utilizados - no caso o <i>olho de mosca</i> - até a conversão destes em dados que são enviados aos pesquisadores em um centro computacional. Através disso, é possível verificar novamente que os processos desta pesquisa se diferem do estereótipo da atividade científica presente em alunos e professores, apresentadas pelas pesquisas no cap. 2. Desta forma, é possível desviar o foco da atividade experimental e expor uma nova forma de pesquisa científica, em que os cientistas se encontram em uma base tecnológica distante de onde os equipamentos coletam os dados recebidos dos eventos cósmicos, como é o caso do que ocorre no Observatório Auger.</p>	<p>DESCRIÇÃO DO PROCESSO E TOMADA DE DADOS / TÉCNICAS E INSTRUMENTOS</p>	
<p>[21b] [...] Porém, <u>não obtiveram sucesso nesse procedimento</u>: o tal efeito persistia. (p. 32)</p> <p>[22b] Mas esses detectores só podem atuar em noites limpas (sem nuvens) e se luar muito intenso, pois esse brilho <u>interfere na captação</u> da fluorescência. (p. 33)</p> <p>[23b] [...] água ultrapura, para evitar a proliferação de micro-organismos que <u>poderiam turvar</u> a água. (p. 33)</p>	<p>A ciência não é um empreendimento livre de falhas, o que é apontado no excerto [21b], quando é apresentado o procedimento realizado por pesquisadores a fim de detectar a luminescência. Além disso, os trechos [22b] e [23b] mostram que na coleta de dados podem surgir interferências que influenciam no resultado final. Por isso, é necessário conhecer quais são elas e planejar para que os desvios e implicações dessas limitações sejam minimizados. No caso do estudo descrito no TDC, a interferência está tanto em questões que não são controláveis pelos pesquisadores, como noites com nuvens que interferem na captação da radiação pelos equipamentos; como em interferências que podem ser controladas, como a qualidade da água utilizada. Isso pode demonstrar a falibilidade da ciência, sujeita a fatores que podem influenciar os resultados.</p>	<p>LIMITAÇÕES / OBSTÁCULOS</p>	



<p>[24b] [...] os detectores de Cherenkov vão enviando as informações para o centro de coleta de dados. A ordem de chegada desses sinais permite aos pesquisadores <u>localizar a área de impacto do chuveiro</u>, bem como a energia e a extensão do evento. (p. 33)</p> <p>[25b] [...] <u>permitem a determinação precisa de dados</u> não só sobre o chuveiro, mas - tão importante quanto - sobre o raio cósmico que deu início ao evento. (p. 33)</p>	<p>Um ponto a se destacado neste TDC é que, além de explicar os conceitos iniciais necessários para compreender a linha de raciocínio dos pesquisadores, ele apresenta os trabalhos iniciais e frustrações dos cientistas, as questões que estimularam a construção do Observatório e dos estudos ali realizados e, além disso, todo o processo de coleta de dados e alguns resultados obtidos também são apresentados - como no trecho destacado. O que dá ao leitor uma visão geral da construção desta pesquisa.</p>	RESULTADOS	
<p>[26b] Nestes 10 anos de funcionamento, o Observatório Auger tem coletado, <u>como nunca antes foi feito nessa área</u>, uma quantidade significativa de dados que <u>ajudam a entender a natureza e a origem desse fenômeno</u> ainda intrigante. (p. 33)</p>	<p>O trecho apresenta algumas implicações do estudo, como compreender a natureza e a origem do fenômeno estudado. É interessante notar que, diferentemente da maneira descrita na apresentação do texto (trechos iniciais desta análise), o excerto traz uma maneira mais leve do impacto desses estudos: não com um tom determinante de descoberta e sim com a característica de buscar compreender o fenômeno. Entretanto, destacamos a presença de anacronismo quando se coloca "<i>como nunca antes feito nessa área</i>". Não se pode negar que, com a construção do Observatório e com a incorporação das tecnologias disponíveis na atualidade, o desenvolvimento desta área foi grande ao compararmos com as décadas passadas. Eis a grande questão, o anacronismo ocorre quando olhamos para a ciência do passado com os 'olhos' do presente (ALFONSO-GOLDFARB <i>et al.</i>, 2004). Podemos inclusive realizar uma analogia com o princípio da incomensurabilidade, uma vez que as técnicas, conceitos, equipamentos e, inclusive, o modo de pensar do cientista nesse período sofre mudanças.</p>	IMPLICAÇÕES	
<p>[27b] Desde o século 19, quando a radiação foi <u>descoberta</u> (p. 32)</p>	<p>Apontamos para a ideia da descoberta, mais uma vez presente no texto, mas de um modo mais explícito. Neste caso, não estamos querendo negar o crédito da evidência da radiação, mas sim apontando para o peso que as palavras podem ter na percepção deste leitor. Chauí (2000) aponta que o conhecimento adquirido através dos sentidos - neste caso com a leitura - são significados por nós pela maneira como o percebemos, através de toda a nossa vivência histórica e social. Deste modo, um aluno (por exemplo) que só tenha contato com uma visão estereotipada da ciência, ao se deparar com a palavra descoberta, pode automaticamente perceber o cientista como descobridor de verdades - inventor da radiação.</p>	HISTÓRICO / DESCOBERTA	

<p>[28b] [...] seu <u>orientador de doutorado</u> (p. 32)</p> <p>[29b] [...] <u>Cherenkov e seus colegas</u> usaram o chamado 'método de apagamento', que consistia em tentar apagar o que eles acreditavam ser luminescência [...] (p. 32)</p>	<p>A coletividade na ciência é visível nos excertos, em que há a menção de colegas e do orientador de doutorado de Cherenkov, indicando que existem algumas hierarquias dentro da ciência e que, o próprio cientista tem um professor que orienta seu trabalho. Deste modo, também podemos apontar que o cientista está inserido dentro de campo de conhecimento (seja um programa de pesquisa ou um paradigma), em que aquilo que ele estuda está diretamente vinculado ao seu orientador, à disciplina e ao paradigma vigente (KUHN, 2003).</p>	<p>COLETIVIDADE / INFLUÊNCIAS</p>	
<p>[30b] Em relação ao efeito que leva seu nome, Cherenkov - que dividiu o Nobel de Física de 1958 com Illia Frank (1908-1990) e Igor Tamm (1895-1971) (p. 32)</p>	<p>É feita a menção ao prêmio Nobel recebido por Cherenkov juntamente com outros cientistas que fizeram parte da pesquisa, demonstrando mais uma vez a coletividade na ciência.</p>	<p>MENÇÃO AO PRÊMIO NOBEL</p>	
<p>[31b] [...] escreveu em sua palestra pelo recebimento do prêmio: "[...] uma investigação quantitativa mais detalhada desse processo luminoso nos permitiu encontrar um espectro de propriedades notáveis, a ponto de nos dar <u>prova incontestável de que estávamos lidando não com um tipo comum de luminescência, mas com um fenômeno inteiramente novo</u>; e de interesse extraordinário não só por sua relevância, mas também pelas muitas possibilidades de aplicações práticas." (p. 32)</p>	<p>É feita a menção ao prêmio Nobel recebido por Cherenkov juntamente com outros cientistas que fizeram parte da pesquisa, demonstrando mais uma vez a coletividade na ciência. Além disso, o excerto traz parte do discurso de Cherenkov ao receber o prêmio, em que ele diz que o estudo mostrou que eles estavam lidando com um "<i>fenômeno inteiramente novo</i>". A maneira como o próprio cientista fala pode gerar duas ideias: a de que os pesquisadores conseguiram identificar um fenômeno que já existia; ou a de que eles descobriram um fenômeno que até então não existia. Kuhn nos alerta que independente do que o cientista possa ver quando apoiado por um paradigma, após uma revolução ele estará olhando para o mesmo mundo, porém apoiado por um conjunto de conceitos que faz com que ele enxergue esse mundo de maneira diferente. Por isso, não podemos dizer que uma ideia ou outra está incorreta com o funcionamento da ciência, mas sim que uma delas (a de que os pesquisadores descobriram um fenômeno que até então não existia) pode fazer com que o leitor tenha uma visão deformada do fazer ciência.</p>	<p>RESULTADOS</p>	
<p>[32b] <u>Dessas observações, nasceu a hipótese</u> de que o fenômeno fosse ligado à passagem, pela matéria, de partículas viajando com velocidades superior à da luz naquele meio. (p. 32)</p>	<p>O trecho aponta a observação como parte integrante da pesquisa, como uma possibilidade que auxilia nos estudos juntamente com a formulação de hipóteses, mas não a coloca como uma etapa rígida, ligada ao método empírico-indutivista.</p>	<p>RELAÇÕES ENTRE OBSERVAÇÃO E HIPÓTESES</p>	
<p>[33b] [...] <u>a hipótese só pôde ser formulada, porque a teoria da relatividade já existia</u>, e experimentos a haviam comprovado. (p. 32)</p>	<p>Além disso, é colocado a afirmação de Cherenkov que precisou-se de um corpo de conhecimento anterior (a teoria da relatividade) para suas hipóteses fossem sustentadas. Isso nos mostra que uma ideia geralmente precisa do auxílio de outros conhecimentos para ser concebida, assim, essa suposta barreira vai além do Bachelard chama de obstáculo epistemológico, sendo uma etapa interna à ciência que deve ser alcançada.</p>	<p>HIPÓTESES / TEORIAS</p>	

Quadro 3 – Formulário de análise do texto c.

<b>DADOS DO TEXTO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA</b>	
<b>TÍTULO</b>	Relatividade Geral: uma janela centenária para os mistérios do universo
<b>AUTOR</b>	Daniel Vanzella
<b>RETRANCA</b>	Física
<b>VOLUME</b>	56
<b>Nº</b>	332
<b>MÊS/ANO</b>	dez./2015
<b>PÁGINA</b>	38-42
<b>SOBRE O AUTOR</b>	<p>Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo</p> <p>Daniel Augusto Turolla Vanzella: Possui graduação em Bacharelado em Física pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFUSP) (1997) e doutorado em Física pelo Instituto de Física Teórica (IFT) da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) (2001). Fez pós-doutorado na Universidade de Wisconsin em Milwaukee (UWM; 2001 a 2003) com o Prof. Leonard Parker, fundador da área de Teoria Quântica de Campos em Espaços-Tempos Curvos (TQCEC), financiado pela U. S. National Science Foundation (US-NSF). Atualmente é professor doutor do Instituto de Física de São Carlos (IFSC) da Universidade de São Paulo. Tem experiência na área de Física, com ênfase em TQCEC, atuando principalmente nos seguintes temas: energia do vácuo em campos gravitacionais, expansão cosmológica acelerada, efeito Unruh, efeitos de aceleração em processos de partículas (e.g., desintegração de prótons) e buracos negros.</p> <p>Fonte: <a href="http://lattes.cnpq.br/8331160024734664">http://lattes.cnpq.br/8331160024734664</a></p> <p>Acesso: 28/03/2017</p>
<b>DISPONÍVEL EM:</b>	<a href="http://assinaturadigital.cienciahoje.org.br/revistas/reduzidas/332/files/assets/basic-html/index.html#1">http://assinaturadigital.cienciahoje.org.br/revistas/reduzidas/332/files/assets/basic-html/index.html#1</a>
<b>ANÁLISE</b>	
<b>RESUMO</b>	
O artigo apresenta como a teoria da relatividade geral se desenvolveu e modificou a maneira como a ciência estuda o universo. São apontadas questões históricas do desenvolvimento da teoria por Einstein, os percalços e evidências que corroboraram para que sua teoria viesse a se tornar um novo paradigma científico.	
<b>Introdução</b>	Apresenta o que considera os três marcos da teoria de Einstein, explicando o primeiro deles: a formulação do princípio de equivalência.
<b>Espaço-tempo</b>	O segundo marco apresentado é o conceito de espaço-tempo, que foi formulado por ex-professor de Einstein conforme apontado no TDC. Após uma breve explicação do conceito, é colocado o fato de Einstein não ter dado importância imediata às reformulações feitas por Minskowski (seu ex-professor), sendo atraído por elas anos depois o que deu suporte para que ele chegasse às equações da gravidade.

<b>Geometria distorcida</b>	Apresenta os aspectos gerais da teoria da relatividade restrita e exemplifica como ela mudou o modo que os pesquisadores explicam determinado fenômeno, como a queda de uma maçã ou a as órbitas dos planetas, através da distorção da geometria do espaço-tempo.		
<b>Mercúrio e o desvio da luz</b>	Apresenta uma das implicações da teoria da relatividade: a explicação de uma anomalia na órbita de Mercúrio, que não era totalmente explicada pela gravitação de Newton.		
<b>Energia e matéria escuras</b>	Outra implicação da teoria é apresentada: a ideia de que o universo é estático e eterno não condizia com os cálculos, que mostravam que ele estaria se expandindo ou se contraindo. Apresenta brevemente o conceito de energia e matéria escura apontando seus efeitos nos estudos gravitacionais.		
<b>O mais antigo dos mistérios</b>	O tópico apresenta uma explicação, com base na teoria da relatividade, para o surgimento de uma singularidade através da explosão ("morte") de uma estrela. A região do entorno dessa singularidade é chamada buraco negro, que poderia conter informações sobre a origem do universo.		
<b>Novo paradigma?</b>	Aponta algumas controvérsias entre os cientistas que acreditam que uma nova teoria para a gravidade que abarque tanto os conceitos da relatividade quanto da física quântica ou que ambas devam ser reformuladas. Finalizando com o interesse no estudo de fenômenos que ainda não puderam ser explicados, dizendo que a relatividade geral ainda tem muito a contribuir nesses estudos.		
<b>CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS A NdC E O TRABALHO CIENTÍFICO</b>			
<b>EXCERTO DO TDC</b>	<b>ANÁLISE</b>	<b>PALAVRAS DESTACADAS</b>	<b>PERCEPÇÃO DA CIÊNCIA</b>
[1c] <u>Uma janela</u> centenária para os <u>mistérios do universo</u> (p. 38)	Este trecho faz parte do título do artigo, que são decididos pelos editores por obedecerem a critérios rígidos em relação a sua forma, além disso, ele é uma das primeiras coisas que se lê em um TDC, precisando chamar a atenção do leitor (VIEIRA, 2006). É inegável que 'conhecer os mistérios do universo' é algo extremamente interessante, por isso os filmes de ficção científica estão em alta. Entretanto, quando se aponta a teoria da relatividade geral como uma janela para desvendar esses mistérios, é como se através dela pudéssemos ver diretamente as verdades que a ciência pode descobrir. O que pode trazer ao leitor uma imagem de ciência dogmática e mística, aquela que desvenda a natureza.	FINALIDADE	

<p>[2c] Com a teoria da relatividade geral, a mais cotidiana das interações fundamentais conhecidas, a gravidade, <u>ganhou uma interpretação profunda</u>. E até mesmo fantástica: esse <u>fenômeno deixou de ser entendido como</u> resultado de uma força e <u>passou a ser visto como</u> efeito colateral da geometria curva do universo. (p. 39)</p>	<p>Apresenta a interpretação de um fenômeno como parte do fazer ciência no sentido de estudá-lo e compreender seu funcionamento, o que se aproxima das ideias mais aceitas em relação à ciência. Além disso, o trecho (assim como o texto de uma forma geral) ressalta a ruptura entre o paradigma newtoniano e o relativístico, a transitoriedade do conhecimento, mostrando que o conhecimento científico não se encontra pronto e acabado. No caso deste TDC, interpretamos o trecho como uma quebra de paradigma, pois, assim como todo o texto, os conceitos são descritos como uma mudança na maneira de estudar e compreender o fenômeno, e não como uma competição entre duas teorias em que, no final, uma suplanta a outra, como seria se pensássemos como Lakatos. Além disso, o próprio TDC apresenta termos que faz alusão às ideias de Kuhn, por isso, resolvemos manter a mesma linha de raciocínio na análise.</p>	<p>ESTUDAR FENÔMENOS / QUEBRA DE PARADIGMA</p>	
<p>[3c] Da '<u>criação</u>', <u>evolução e (ainda misteriosa) constituição do universo</u> aos abismos de tempo e espaço escondidos no interior dos buracos negros, <u>a relatividade geral transformou para sempre nossa visão de natureza</u>. (p. 39)</p>	<p>Apesar de conter palavras que geram certa visão mística, elas não estão diretamente ligadas à ciência, mas sim à constituição do universo. Diferentemente do trecho [1c], a teoria da relatividade não é colocada como aquela que vai desvendar a origem do universo, mas sim como uma possibilidade de compreender e estudar o fenômeno de uma nova forma - de olhar um mesmo fenômeno e enxergar diferentes possibilidades que antes não se conseguiria notar.</p>	<p>QUEBRA DE PARADIGMA</p>	
<p>[4c] Mesmo depois de um século, essa teoria continua a nos surpreender e a ser a <u>única janela por onde podemos vislumbrar aspectos da natureza que ainda escapam aos maiores e mais avançados laboratórios terrestres</u>. (p. 39)</p>	<p>Aqui destacamos mais uma vez a ideia de que a ciência é a chave para descobrir mistérios, sendo a teoria da relatividade a única capaz de desvendá-los. É inegável que a relatividade proporcionou e ainda proporciona estudar e compreender fenômenos que antes não eram explicados pela mecânica newtoniana, como o próprio TDC coloca. Entretanto, até que ela fosse formulada outras teorias possibilitaram a construção do conhecimento na ciência. Assim, quando se coloca que a relatividade é a única maneira pela qual se estuda a natureza, pode sugerir uma visão ahistórica e reducionista da complexidade dos conceitos que proporcionaram sua própria construção. Outro ponto a ser destacado é a menção de que a teoria da relatividade em sua complexidade teórica consegue sobressair em relação às pesquisas realizadas em laboratório, o que pode contribuir para uma visão menos empírica da ciência.</p>	<p>FINALIDADE</p>	
<p>[5c] Em 1907 - dois anos depois de publicar cinco artigos que mudariam a face da física -, o jovem físico de origem alemã Albert Einstein (1879-1955) tomou para si a tarefa de encontrar uma nova teoria para a gravidade. (p. 39)</p>	<p>O trecho apresenta a produção de artigos por Einstein, que mudariam a maneira de olhar para um fenômeno, pois apresentam os estudos realizados pelo pesquisador. Entretanto, ao colocar que ele busca encontrar uma nova teoria, traz uma imagem elitista e individualista sobre a construção do conhecimento, como se seu trabalho objetivasse a descoberta de uma nova teoria.</p>	<p>PUBLICAÇÃO DE ARTIGOS</p>	

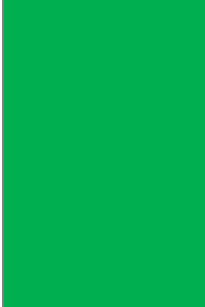

<p>[6c] A descrição da gravidade proposta cerca de 2,5 séculos antes pelo físico britânico Isaac Newton (1642-1727) <u>se tornara inconsistente com o novo paradigma da relatividade</u> introduzido por Einstein em 1905. (p. 39)</p>	<p>O trecho corrobora com o anterior, ao colocar que a teoria da gravidade existente é controversa à teoria da relatividade. Deste modo, é como se os dois programas concorressem entre si até que um deles se mostrasse superior ao outro e o suplantasse. Entretanto, quando buscamos informações sobre como a teoria da relatividade foi construída (RENN, 2004) observamos que ela condiz mais com a acumulação de anomalias que geraram uma revolução científica e, conseqüentemente, a emergência de um novo paradigma - como o próprio TDC nos leva a concluir nas demais descrições.</p>	<p>CONTROVÉRSIAS CIENTÍFICAS</p>	
<p>[7c] O princípio da equivalência de Einstein é uma <u>reinterpretação de um fato</u> bem conhecido na teoria de Newton [...] (p. 39)</p> <p>[8c] Einstein percebeu que esse fato, sozinho, possibilitava interpretar a força da gravidade como uma força de inércia [...] (p. 40)</p>	<p>Outro trecho que nos remete a quebra de paradigmas, apontando que a partir de uma nova teoria é possível reinterpretar um fenômeno e dar a ele novos sentidos, mostrando que o conhecimento não está pronto e acabado, mas sim em constante (re)construção.</p>	<p>QUEBRA DE PARADIGMA</p>	
<p>[9c] Para entender o caso da gravidade, vamos recorrer - como gostava Einstein - a um <u>experimento mental</u>. (p. 40)</p>	<p>No capítulo 2, vimos que muitos estudantes e professores fazem alusão a Einstein ao representar o cientista, além de caracterizar o trabalhos científico como aquele realizado em um laboratório cercado por vidrarias. Este trecho pode ajudar a desmistificar essa imagem ao explicar as teorizações de Einstein sobre a gravidade como o que coloca como sendo um experimental mental. O que nada mais é que pensar o trabalho científico como algo teórico e não estritamente empírico.</p>	<p>FORMULAÇÃO DE HIPÓTESES</p>	
<p>[10c] O segundo marco <u>ficou por conta de um ex-professor de Einstein</u> [...] que percebeu, já em 1907, que os efeitos da relatividade poderiam ser mais bem compreendidos se o tempo e espaço fossem considerados como meras facetas de um ente mais fundamental [...] (p. 40)</p> <p>[11c] [...] Einstein não percebeu de imediato a profundidade da contribuição de Minskowski. Para ele, <u>a reformulação de sua teoria</u> em termos de espaço-tempo <u>não passava de uma curiosidade matemática</u>, uma "erudição supérflua". <u>Ele só daria importância a essa ideia</u> por volta de 1912, ao vislumbrar a possibilidade de descrever a gravidade por meio de um espaço-tempo que tivesse sua geometria distorcida, curvada pela presença de matéria e energia. (p. 40)</p>	<p>O excerto aponta considerações sobre os estudos de Einstein realizados por outro pesquisador, o que indica não apenas a coletividade e a complexidade nas relações científica, mas também a influência do trabalho de um pesquisador nos estudos de outro. Apesar disso, as considerações de Minskowski não foram percebidas por Einstein como algo que pudesse corroborar com seus estudos. Talvez obstáculos epistemológicos que impedissem que ele reconhecesse o impacto que aquelas considerações teriam em seu trabalho; ou talvez a própria dificuldade em reconhecer o trabalho do outro pesquisador. O que se sabe é a eventual aceitação das considerações de Minskowski e a contribuição deste para a teoria da relatividade.</p>	<p>COLETIVIDADE / INFLUÊNCIA DE OUTROS ESTUDOS</p>	

<p>[12c] O cerne da nova teoria da gravidade estava estabelecido, mas <u>três anos ainda se passariam até que a nova teoria tomasse sua forma final</u>. Em 25 de novembro de 1915, Einstein chegaria às equações da gravidade que hoje levam seu nome. (p. 40)</p>	<p>Mesmo com um novo paradigma estabelecido foi necessário um certo tempo para que a teoria da relatividade chegasse a forma como conhecemos hoje. Isso traz a ideia de que a ciência tem um tempo para ser construída e que, mesmo uma teoria já aceita pela comunidade científica não é imediata, mas leva anos para que tenha uma "forma final". Ainda assim, permanece com essa última sentença a ideia de que em um determinado momento aquele conhecimento está pronto e acabado, não sendo passível de ser reformulado ou mesmo substituído.</p>	TEMPO	
<p>[13c] Unindo todas as peças do quebra-cabeça, a teoria da relatividade geral, como foi chamada, <u>aboliu o conceito de força gravitacional</u>: agora, uma maçã solta no ar cai em direção ao chão não porque há uma força puxando-a para baixo, mas porque a trajetória de queda é a 'mais retilínea possível' na geometria do espaço-tempo distorcida pela massa da Terra. (p. 40-41)</p> <p>[14c] Do mesmo modo, o Sol não mais exerce uma força sobre a Terra e os outros planetas; apenas deforma a superfície à sua volta [...] (p. 41)</p> <p>[15c] Essa <u>nova maneira de entender a gravidade</u> levou a consequências imediatas. (p. 41)</p> <p>[16c] A teoria mudou dramaticamente a maneira como vemos o universo. (p.41)</p>	<p>A maneira como os trechos foram escritos, para um leitor que tem uma visão restrita da NdC, pode passar a entender que com a teoria da relatividade a natureza muda o seu comportamento, deixando de comportar de acordo com os conceitos da força gravitacional e passando a se adaptar às deformações do espaço-tempo. Contudo, o que ocorre é que a maneira como os pesquisadores passam a explicar o fenômeno muda, pois o seu olhar sobre ele está amparado por um novo paradigma. Ao mesmo tempo, logo no início do tópico seguinte, o texto usa palavras que indicam uma "nova maneira de entender a gravidade", o que pode levar a uma ideia menos distorcida - mais próxima de uma ideia de estudo e construção da ciência e menos da ideia de descoberta.</p>	PARADIGMA	
<p>[17c] A primeira delas foi a explicação de uma anomalia na órbita de Mercúrio [...] que <u>não podia ser completamente explicado pela gravitação de Newton</u>. (p. 41)</p>	<p>Possibilidade de explicar um fenômeno que, até então, era considerado uma anomalia, como a órbita de Mercúrio que não conseguia ser explicada pela teoria anterior.</p>	IMPLICAÇÕES DA TEORIA	

<p>[18c] [...] a teoria da relatividade geral dava resultados muito parecidos com os da gravitação de Newton quando os campos gravitacionais eram fracos. Mas <u>a diferença entre as duas teorias se acentuava à medida que o campo gravitacional fosse mais intenso.</u> (p. 41)</p> <p>[19c] A relatividade geral já nascia com um fato empírico a seu favor. (p. 41)</p>	<p>Através do estabelecimento de princípios gerais é possível extrair previsões e explicações (KHÖNLEIN, 2003), que podem ou não ser corroboradas posteriormente. Como foi o caso da teoria da relatividade que conseguiu explicar uma anomalia na órbita de Mercúrio que não conseguia ser explicada pela teoria anterior. O próprio TDC coloca que a teoria da gravitação e a teoria da relatividade apresentavam resultados (dos cálculos) muito parecidos em algumas situações, mas em outras não. Por este motivo as anomalias relacionadas à órbita de mercúrio não podiam ser explicadas. A maneira como isso é colocada no texto é muito clara e, neste trecho, também indica que a teoria gravitacional não deve ser tratada como um erro na ciência ou como algo que atrasou o "desenvolvimento" do conhecimento, mas sim que ela não foi suficiente para explicar determinado fenômeno. Inclusive, a teoria da relatividade só pode ser formulada devido a "<i>um desenvolvimento de longa duração dos sistemas de conhecimento da física clássica</i>" (RENN, 2004, p. 35), sem o qual Einstein não teria bases teóricas para sustentar suas ideias, ou melhor, sem alguns conceitos fundamentais ele não teria a possibilidade de sequer teorizar sobre esse fenômeno.</p>	<p>IMPLICAÇÕES DA TEORIA / CONTROVÉRSIA</p>	
<p>[20c] Einstein <u>calculou qual seria o desvio</u> de um raio de luz, vindo de uma estrela distante, ao passar rasante ao Sol [...] Em 29 de maio de 1919, duas expedições científicas britânicas, uma enviada a Sobral, no Ceará, e outra à Ilha de Príncipe, na costa africana ocidental, fotografaram o céu na direção do Sol durante um eclipse total, de modo que as estrelas de fundo pudessem ser vistas. / Comparando com registros dessas mesmas estrelas de outra época do ano - quando o Sol não estava entre elas e nós -, a diferença entre a posição real e a posição aparente dessas estrelas pôde ser medida. / E, assim, <u>a previsão feita por Einstein quase quatro anos antes foi confirmada.</u> (p. 41)</p>	<p>O TDC traz uma descrição de como a previsão realizada através dos cálculos realizados por Einstein com base em sua teoria foi posteriormente comprovada, com o auxílio de equipamentos e condições específicas, como foi o caso do eclipse que eliminaria as possíveis interferências.</p>	<p>FORMA DE TOMADA DE DADOS</p>	
<p>[21c] Logo em 1917, Einstein percebeu que <u>sua teoria não favorecia a ideia</u> de que o universo fosse estático [...] possivelmente, tendo até tido um início. (p. 41)</p>	<p>Com o estabelecimento de teorias é possível o estabelecimento de hipóteses e previsões. No trecho destacado, é possível observar que a teoria da relatividade trouxe implicações que estavam em desacordo com pensamentos sobre a origem do universo, mostrando que ele poderia ter tido um início.</p>	<p>IMPLICAÇÕES DA TEORIA</p>	



<p>[22c] Era a primeira vez que uma questão podia ser abordada de uma maneira científica. Einstein não era imune aos preconceitos de sua época e resolveu modificar sua teoria, introduzindo nela a chamada constante cosmológica, para que as equações se conformassem com um universo estático e eterno. (p. 41)</p>	<p>Para que sua teoria fosse aceita, Einstein teve que modificá-la. Isso mostra que fatores externos podem influenciar o conhecimento científico e que a aceitação por parte da comunidade científica e da própria sociedade é necessária para o estabelecimento de uma teoria.</p>	<p>NECESSIDADE DE ACEITAÇÃO DA COMUNIDADE</p>	
<p>[23c] [...] <u>observações</u> do final da década de 1920 <u>mostraram que</u> as galáxias estavam se afastando umas das outras, ou seja, o universo estava, de fato, em expansão. Einstein classificou <u>a constante cosmológica</u> como "o maior erro" da sua vida. (p. 41)</p>	<p>Através de observações das galáxias foi possível verificar que o universo não era estático, confirmando as hipóteses iniciais de Einstein. O que nos mostra que a observação também faz parte da pesquisa científica. Algo que nos chamou atenção foi a colocação de Einstein de que a constante cosmológica foi um de seus maiores erros. Isso mostra que próprio cientista acaba se culpando por ter que tomar atitudes muitas vezes contrárias às evidências do seu próprio trabalho para que ele possa ser aceito, o que caracteriza o lado humano do cientista passível de falhas.</p>	<p>RESULTADOS</p>	
<p>[24c] <u>Hoje, sabemos que</u> o universo [...] não só está se expandindo, mas que faz isso, nos últimos 6 bilhões de anos, de forma acelerada. (p. 41)</p> <p>[25c] [...] a relatividade geral é, <u>até o momento</u>, a única ferramenta que nos permite vislumbrar 95% dos constituintes da natureza. (p. 42)</p>	<p>Os trechos apresentam características temporais - "<i>hoje</i>" e "<i>até o momento</i>" - para descrever algumas questões conhecidas pelos cientistas, mas que não eram possíveis de saber antigamente. Isso mostra que a ciência é problematizada em um determinado tempo, vinculada aos conhecimentos e instrumentos disponíveis para o estudo dos fenômenos - é histórica.</p>	<p>ASPECTOS HISTÓRICOS</p>	
<p>[26c] Embora <u>o próprio Einstein aparentemente nunca tenha aceitado</u> a existência desses objetos exóticos (<u>frutos de sua própria teoria</u>), hoje é inconcebível acomodar todas as <u>observações astronômicas</u> sem fazer uso da existência de buracos negros. (p. 42)</p>	<p>A teoria da relatividade também possibilitou a teorização sobre os buracos negros, formados a partir da morte de estrelas. Conforme o TDC nos mostra, o próprio Einstein não aceitava a sua existência, mesmo com a teoria indicando o contrário. Nos fazendo refletir sobre as escolhas dos cientistas com base em suas convicções e, muitas vezes em suas crenças.</p>	<p>OBSERVAÇÃO / PRESENÇA DE CONTROVÉRSIAS</p>	
<p>[27c] Entender as singularidades escondidas em seu interior é uma questão que tem frustrado gerações. [...] Na singularidade, <u>as leis da física, como as conhecemos, perdem o sentido</u>. (p. 42)</p>	<p>No levantamento de concepções de alunos e professores, foi possível verificar que a percepção de uma ciência livre de falhas é muito presente. Desse modo, quando o texto traz que as leis científicas perdem o sentido quando se trata dos buracos negros, essa ideia de uma ciência que explica as verdades sobre a natureza pode vir a entrar em conflito.</p>	<p>LEIS</p>	


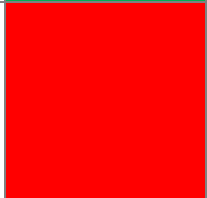
<p>[28c] <u>Novo paradigma?</u> Cem anos depois da sua formulação, há quem diga que a relatividade geral <u>tenha que ser substituída</u> por uma versão que se adeque ao paradigma introduzido pela física quântica [...] (p. 42)</p> <p>[29c] Ou, talvez, as duas teorias <u>tenham que ser reformuladas</u>. (p. 42)</p> <p>[30c] [...] independente do que venha a ocorrer, é quase certo que <u>continuará sendo uma valiosa ferramenta</u> na exploração do universo. (p. 42)</p>	<p>Ao trazer a colocação de que cientistas acreditam que a teoria da relatividade deva ser reformulada ou que um novo paradigma - que abarque os conceitos da física quântica - possa ser implementado, o TDC traz mais uma vez a ideia de que a ciência está em constante construção e seu conhecimento é transitório. Mesmo uma teoria que se sustentou por mais de 100 anos pode não conseguir mais explicar os fenômenos cujas dimensões são próximas ou abaixo da escala atômica. Mas isso não reflete no fato de que a teoria da relatividade é parte da construção da ciência e do estudo dos fenômenos, mesmo que precise ser reformulada.</p>	<p>QUEBRA DE PARADIGMA</p>	
<p>[31c] O fato é que a busca por essa teoria da 'gravidade quântica' - que, alguns acreditam, possibilitará entender as singularidades - <u>tem frustrado os mais brilhantes físicos teóricos de cada geração</u> - inclusive Einstein. (p. 42)</p>	<p>A ideia de genialidade ligada a imagem do cientista é muito clara nesta passagem, associando a construção do conhecimento diretamente com o pesquisador.</p>	<p>MOTIVAÇÃO</p>	

Quadro 4 – Formulário de análise do texto d.

DADOS DO TEXTO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA	
<b>TÍTULO</b>	Fotossíntese: reações luminosas? Não..., mas requerem luz
<b>AUTOR</b>	Ricardo Moreira Chaloub
<b>RETRANCA</b>	Química
<b>VOLUME</b>	56
<b>Nº</b>	331
<b>MÊS/ANO</b>	nov./2015
<b>PÁGINA</b>	18-23
<b>SOBRE O AUTOR</b>	<p>Laboratório de Estudos Aplicados em Fotossínteses (LEAF), Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro</p> <p>Possui Graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1970), Graduação em Química Industrial pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1970), Mestrado em Bioquímica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1975) e Doutorado em Bioquímica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2005). Atualmente, é Professor Associado vinculado ao Departamento de Bioquímica do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tem experiência na área de Bioquímica, com ênfase em Fotossíntese, atuando principalmente nos seguintes temas: efeito de fatores de estresse sobre o cultivo e a atividade fotossintética de macro e microalgas, bem como de microalgas endossimbiontes de corais hermatípicos.</p> <p>Fonte: <a href="https://www.iq.ufrj.br/docentes_ver_antiga/ricardo-moreira-chaloub/">https://www.iq.ufrj.br/docentes_ver_antiga/ricardo-moreira-chaloub/</a>  <a href="http://lattes.cnpq.br/5253067547178673">http://lattes.cnpq.br/5253067547178673</a>  Acesso: 28/03/2017</p>
<b>DISPONÍVEL EM:</b>	<a href="http://assinaturadigital.cienciahoje.org.br/revistas/reduzidas/331/files/assets/basic-html/index.html#1">http://assinaturadigital.cienciahoje.org.br/revistas/reduzidas/331/files/assets/basic-html/index.html#1</a>
ANÁLISE	
RESUMO	
<p>O artigo trata do tema fotossíntese, desde as primeiras evidências do oxigênio na atmosfera até os dias atuais, explicando as reações que ocorrem nos organismos fotossintéticos e as substâncias necessárias para tal. Por fim, o autor apresenta alguns processos que estão sendo utilizados para o estudo dessas reações. Trata-se de um texto com uma abordagem mais relacionada à explicação de conceitos e somente o último tópico relacionado a pesquisas na área.</p>	
<b>Introdução</b>	Explica o processo de fotossíntese, apresentando as reações, os conceitos, elementos participantes do processo, bem como informações sobre os primeiros indícios de oxigenação na atmosfera terrestre.
<b>Os perigos da luz</b>	O tópico aponta que luz em excesso pode causar a fotoinibição, que danifica os genes das plantas, causando problemas no processo de fotossíntese.
<b>Os segredos revelados</b>	Apresenta pesquisas que estão sendo realizadas que utilizam a fluorescência para estudar as reações fotossintéticas.

CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS A NdC E O TRABALHO CIENTÍFICO			
EXCERTO DO TDC	ANÁLISE	PALAVRAS DESTACADAS	PERCEPÇÃO DA CIÊNCIA
[1d] [...] <u>vários laboratórios no mundo</u> - inclusive no Brasil - podem estudar, em tempo real, as diferentes etapas do processo fotossintético que [...] (p. 19)	A menção de pesquisas sendo realizadas em diferentes lugares do mundo mostra que o estudo de um fenômeno - como o da fotossíntese - não ocorre em um único lugar, por um único cientista. Apesar de não citar a cooperação entre os grupos, traz a ideia de que uma observação realizada em um laboratório pode influenciar e os demais estudos.	DIFERENTES GRUPOS DE PESQUISA	
[2d] A atmosfera primitiva da Terra era ligeiramente redutora. Continha gás carbônico (CO <sub>2</sub> ), nitrogênio (N <sub>2</sub> ), vapor d'água e, <u>possivelmente</u> , monóxido de carbono (CO) em quantidades significativas. <u>Provavelmente</u> , havia também metano (CH <sub>4</sub> ), ácido sulfídrico (H <sub>2</sub> S) e amônia (NH <sub>3</sub> ), mas em quantidades bem pequenas, e, <u>quase certamente</u> , pouquíssimo oxigênio [...] (p. 20)	Após descrever uma síntese do processo da fotossíntese são apontadas hipóteses sobre como a atmosfera terrestre era no passado. As palavras em destaque mostram que apesar dos estudos realizados em torno deste assunto não é possível afirmar a presença de um outro gás, apenas supor com base nas deduções teóricas. O que mostra que o conhecimento científico é falível.	FORMULAÇÃO DE HIPÓTESES	
[3d] Essa diminuição de eficiência promovida pela luz é chamado fotoinibição, <u>tendo sido registrada pela primeira vez</u> no final do século 19. (p. 21)	Em um determinado momento foi verificado que o excesso de luz pode causar danos às células das plantas, o que causa a fotoinibição. O interessante neste trecho é a menção do registro que evidenciou este fato (o resultado da pesquisa) não como uma descoberta, mas sim como um processo natural resultante do estudo de um fenômeno.	EVIDÊNCIAS / RESULTADOS	
[4d] Se a clorofila-a for isolada, colocada em um recipiente de vidro e exposta à luz visível ou ao ultravioleta, ela irá 'brilhar' [...] <u>A observação de que</u> a fluorescência das folhas de plantas que haviam sido mantidas no escuro relacionava-se com mudanças no consumo fotossintético de CO <sub>2</sub> abriu perspectiva do uso da fluorescência para <u>acessar, estudar e entender</u> o âmago das reações fotoquímicas. (p. 23)	As observações realizadas pelos pesquisadores em relação à fluorescência das plantas fornecem implicações para estudos futuros na busca de compreender as reações que ocorrem na fotossíntese. Quando estamos estudando este fenômeno na escola, os conceitos da fotossíntese encontram-se reduzidos ao consumo de energia pelas plantas para a produção de oxigênio, como se este conceito estivesse pronto e acabado. A transmissão dos conhecimentos de uma forma aproblemática, <i>sem mostrar os problemas que lhe deram origem, qual foi a sua evolução, as dificuldades encontradas</i> (GIL-PÉREZ <i>et al.</i> , 2001, p.131), não possibilitam conhecer as limitações e perspectivas que levam à sua produção.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO E RESULTADOS / IMPLICAÇÕES DOS ESTUDOS	

<p>[5d] <u>Graças ao desenvolvimento de equipamentos especializados</u> [...] (p. 19)</p> <p>[6d] <u>O progresso técnico</u> na área de microeletrônica, fotoeletrônica e fotônica <u>propiciou o desenvolvimento de</u> uma instrumentação específica para a área de fluorescência - inclusive em pesquisa aplicada. (p. 23)</p> <p>[7d] <u>A utilização de fluorímetros PAM</u> [...] permite avaliar, por exemplo, qual percentual de energia absorvida está sendo usado e o quanto se perde durante a fotossíntese. (p. 23)</p> <p>[8d] [...] é uma poderosa <u>ferramenta para a avaliação</u> da atividade fotossintética em condições ambientais sujeitas a contínuas mudanças. (p. 23)</p>	<p>Segundo Kneller (1980), enquanto a ciência procura formular leis e teorias que auxiliem na compreensão e estudo dos fenômenos naturais, a tecnologia utiliza esses conhecimentos para formular aparelhos e acessórios que possam detectar e interpretar esses fenômenos. <i>"Tal como a Ciência, entretanto, a tecnologia é uma entidade imensamente complexa que consiste em fenômenos de muitas espécies - agentes, instituições, produtos, conhecimentos, técnicas etc."</i> (KNELLER, 1980, p. 245). Existem diferentes pontos de vista sobre a relação ciência-tecnologia em diferentes épocas. Contudo a percepção de uma tecnologia como <i>"subproduto dos conhecimentos científicos"</i> (FIRME; AMARAL, 2008, p. 257) está muito presente em estudantes e professores, se afastando do que é considerado um ponto de vista mais recente sobre essa relação: o de que elas <i>"se desenvolveram, em sua maior parte, independentemente uma da outra até cerca de 100 anos atrás"</i> (KNELLER, 1980, p. 249). O trecho destacado nos apresenta uma relação muito mais atual sobre a relação ciência-tecnologia, na qual elas coexistem e influenciam umas às outras. O termo tecnociência é muito utilizado para ilustrar essa relação, segundo Castelfranchi (2008), a ciência e a tecnologia como diferentes espaços servem para orientar, regulamentar e impulsionar uma a outra e, de certo modo, a própria essência de cada uma delas não pode se dar senão em relação à outra. <i>"A ciência existe, sim, como algo específico, porque, mesmo na tecnociência, ciência não é sinônimo de tecnologia. Porém, a ciência se define a partir de alguns elementos oriundos da esfera das técnicas ou da dinâmica do capital. Esse entrelaçamento não tem a ver apenas com a ideologia da ciência e do progresso. A ciência "fala" de tecnologia e de mercado, e o mercado "fala" de ciência e tecnologia [...]"</i> (CASTELFRACHI, 2008, p. 10).</p>	<p>IMPLICAÇÕES DA TECNOLOGIA / EQUIPAMENTOS</p>	
<p>[9d] [...] nas últimas décadas, a eficiência da fotossíntese desempenhada por diferentes tipos de organismos, inclusive organismos fotossintéticos unicelulares presentes em corais e em esponjas, tem sido estimada por meio da fluorescência da clorofila-a. <u>Essa metodologia</u> bastante sensível e não invasiva, <u>fornece em tempo real informações</u> sobre o <i>status</i> fisiológico dos processos de alocação e uso da energia pelo aparato fotossintético. (p. 23)</p>	<p>Cita uma metodologia que possibilita o estudo do fenômeno da fotossíntese, bem como os tipos de informações que ela pode oferecer, indo além da simples apresentação de resultados. Isso dá uma ideia de construção de conhecimento que leva tempo, como indicado no início do excerto, dando uma ideia da complexidade do estudo científico - não em nível de dificuldade e elitização, mas no de reconhecer e problematizar a dimensão de sua construção.</p>	<p>DESCRIÇÃO DO PROCESSO E RESULTADOS</p>	

<p>[10d] [...] proporciona um sinal que, <u>se for medido de forma apropriada, pode fornecer informações</u> qualitativas e quantitativas sobre uma grande variedade de eventos fotossintéticos [...] (p. 23)</p>	<p>O trecho nos mostra que independente do equipamento/tecnologia utilizada na coleta dos dados, é necessário um cuidado na hora das medições para que as informações sejam precisas e condizentes com o fenômeno estudado. O que pode mostrar a falibilidade da ciência, sujeita a fatores que podem influenciar os resultados fornecendo informações imprecisas.</p>	<p>INTERFERÊNCIAS NAS MEDIDAS</p>	
<p>[11d] [...] em seu âmago, ainda <u>guarda mistérios</u>. (p. 19)  [12d] Os <u>segredos revelados</u> (p. 23)  [13d] [...] ajudando a <u>desvendar os segredos</u> que ainda se escondem no âmago desse processo essencial para a vida na Terra. (p. 23)</p>	<p>A maneira como é colocada a finalidade desta pesquisa, nos dá a impressão que a ciência é meio de descobrir a natureza enigmática, fazendo com que a percepção de que ela é a chave para "<i>descobrir além da verdade</i>" (LISBOA <i>et al.</i>, 2015, p. 05) seja fortalecida no imaginário dos estudantes.</p>	<p>FINALIDADE</p>	

Quadro 5 – Formulário de análise do texto e.



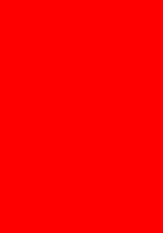
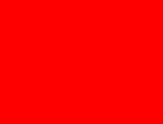


DADOS DO TEXTO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA	
<b>TÍTULO</b>	Óptica Quântica e a Luz do Século 20
<b>AUTOR</b>	Luiz Davidovich
<b>RETRANCA</b>	Física
<b>VOLUME</b>	54
<b>Nº</b>	323
<b>MÊS/ANO</b>	mar./2015
<b>PÁGINA</b>	16-21
<b>SOBRE O AUTOR</b>	<p>Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro</p> <p>Possui graduação em Física pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1968) e doutorado em Física pela University of Rochester (1975). Atualmente é professor titular da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tem experiência na área de Física, com ênfase em ÓPTICA QUÂNTICA e INFORMAÇÃO QUÂNTICA, atuando principalmente nos seguintes temas: emaranhamento quântico, descoerência, dispositivos para computação quântica, reconstrução de estados quânticos, teoria do laser, metrologia quântica. É membro da Academia Brasileira de Ciências, da Academia de Ciências do Mundo em Desenvolvimento (TWAS) e da National Academy of Sciences (USA). Foi agraciado com a Grã-Cruz da Ordem Nacional do Mérito Científico em 2000, com o Prêmio TWAS de Física em 2001, e com o Prêmio Álvaro Alberto (CNPq) e a Medalha Tamandaré (Marinha do Brasil) em 2010. É Fellow da Optical Society of America.</p> <p>Fonte: <a href="http://lattes.cnpq.br/2112374695114747">http://lattes.cnpq.br/2112374695114747</a></p> <p>Acesso: 28/03/2017</p>
<b>DISPONÍVEL EM:</b>	<a href="http://assinaturadigital.cienciahoje.org.br/revistas/reduzidas/323/files/assets/basic-html/index.html#1">http://assinaturadigital.cienciahoje.org.br/revistas/reduzidas/323/files/assets/basic-html/index.html#1</a>
ANÁLISE	
RESUMO	
O artigo apresenta o relato de teorias que permitiram o desenvolvimento do primeiro <i>laser</i> e todo o estudo em torno desse instrumento e o que ele possibilitou construir quando aplicado.	
<b>Introdução</b>	Apresenta a informação de que desde a primeira observação de atração e repulsão observada na história até os dias de hoje, não foram encontrados polos magnéticos isolados na natureza.
<b>Fusão de Teorias</b>	Faz um panorama histórico sobre os conceitos e teorias que possibilitaram o desenvolvimento do laser.

<b>Emissão estimulada</b>	Sugere o comportamento dual para a luz (onda/partícula), que poderia ser interpretada tanto pela teoria ondulatória quanto pela corpuscular.		
<b>O laser</b>	Apresenta as primeiras aplicações práticas possibilitada com os conceitos do fóton, com base na emissão estimulada de radiação por micro-ondas - o <i>maser</i> .		
<b>Diferenças profundas</b>	Descreve diferentes pesquisas que possibilitaram a construção de <i>lasers</i> e os princípios básicos para o seu funcionamento.		
<b>A luz do século</b>	Relata diversas aplicações de diferentes tipos de <i>laser</i> nas mais diversas áreas.		
<b>Informação Quântica</b>	Conta como os estudos relacionados ao laser puderam possibilitar o paradigma da física quântica e todas as implicações que isso trouxe para outras áreas, como a computação.		
CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS A NdC E O TRABALHO CIENTÍFICO			
EXCERTO DO TDC	ANÁLISE	PALAVRAS DESTACADAS	PERCEPÇÃO DA CIÊNCIA
[1e] O caminho que leva da <u>análise do fenômeno de emissão de radiação por átomos</u> , feita por Einstein, <u>há cerca de 100 anos</u> , até sua <u>aplicação</u> no primeiro <i>laser</i> , meio século atrás, é pavimentado por <u>avanços cruciais</u> da física teórica e experimental. (p. 16)	O texto de uma forma geral nos remete a aspectos históricos dos estudos que levaram a produção do primeiro <i>laser</i> e as implicações que isso teve (e ainda tem) na ciência. Destacamos que o TDC aponta esse instrumento vem da aplicação de uma pesquisa, do estudo de um fenômeno, não sendo enfatizado questões relacionadas a invenção e descoberta, o que é algo que pode contribuir para uma percepção mais adequada sobre o trabalho científico.	IMPLICAÇÕES DA PESQUISA	
[2e] A partir de 1960, <u>a área de óptica quântica avança em ritmo acelerado</u> e o laser se torna verdadeiramente 'a luz do século 20'. (p. 20)	Além disso, ao falar sobre os avanços científicos proporcionados por esses estudos, o texto traz a ideia de que "algum tipo de progresso inevitavelmente caracterizará o empreendimento científico" (KUHN, 2013, p. 274), não de forma acumulativa e linear, mas sim fruto de processos de construção complexos, que levam décadas, na busca de compreender e estudar fenômenos e, eventualmente, chega-se a construtos teóricos, que nem sempre são aceitos pela comunidade.	ASPECTOS HISTÓRICOS E TEMPORAIS	
[3e] [...] em 1900, uma <u>fórmula matemática</u> apresentada pelo físico alemão Max Planck (1858-1947), com o propósito de descrever a radiação emitida por corpos aquecidos [...]. (p. 17) [4e] A fórmula de Planck <u>traduz a observação</u> de que a luz emitida por objeto aquecido [...] (p. 17)	Apresenta uma ciência que vai além da experimentação e observação neutra, buscando nos cálculos maneiras de descrever os fenômenos. Assim, a equação apresentada por Planck deu suporte para a interpretação das observações, possibilitando outros estudos sobre a radiação.	ALÉM DA OBSERVAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO	



<p>[5e] A <u>física clássica previa</u>, no entanto, que a intensidade luminosa emitida por um corpo [...] Assim, a cor violeta predominaria nos corpos aquecidos, <u>contrariamente à evidência experimental</u>. (p. 17)</p>	<p>Foi possível verificar que a teoria em vigor não era compatível com as evidências experimentais realizada com base na equação de Planck. Esse fato mostra a complexidade da construção do conhecimento que está sempre se organizando e reorganizando, num processo de transição e conflitos entre conceitos que não se encontram acabados.</p>	<p>QUABRA DE PARADIGMA</p>	
<p>[6e] Planck mostrou que <u>sua fórmula implicava</u> uma descontinuidade na troca de energia entre um sistema elementar (átomo ou molécula) e a radiação. (p. 17)</p> <p>[7e] [...] <u>iria mudar os rumos da ciência nas décadas seguintes</u>. (p. 17) (sobre a fórmula de Planck)</p>	<p>Foi possível verificar que a teoria em vigor não era compatível com as evidências experimentais realizada com base na equação de Planck. Esse fato mostra a complexidade da construção do conhecimento que está sempre se organizando e reorganizando, num processo de transição e conflitos entre conceitos que não se encontram acabados.</p>	<p>IMPLICAÇÕES DA PESQUISA</p>	
<p>[8e] Essa <u>descoberta contrariava, assim, uma linha de pensamento</u> perseguida desde a antiguidade [...] (p. 17)</p>	<p>Destacamos dois pontos distintos neste trecho: o primeiro que remete à não linearidade na ciência, ao indicar que um raciocínio que se tinha a muito tempo se mostrou incompatível com as evidências matemáticas e experimentais - o que não quer dizer que este pensamento está incorreto, pois ele faz parte do processo científico; o segundo para o uso da palavra "<i>descoberta</i>", que carrega um certo estereótipo de ciência que cria e desvendadas as verdades.</p>	<p>PARADIGMA / DESCOBERTA</p>	
<p>[9e] No caso do efeito fotoelétrico, <u>a física clássica previa</u> que a energia dos elétrons deveria aumentar somente com o aumento da intensidade da luz. <u>Mas os experimentos mostravam que</u> uma maior intensidade da luz apenas fazia saltar maior quantidade de elétrons, mas todos com a mesma energia. (p. 17)</p> <p>[10e] Einstein, <u>com base nos quanta de luz</u>, mostrou que cada elétron emitido corresponde à absorção de um fóton cuja energia é proporcional à frequência. (p. 18)</p>	<p>Apresenta conflitos entre a teoria em vigor - a física clássica - e os dados obtidos pelo estudo do efeito fotoelétrico. Outra anomalia que não foi possível explicar pelo paradigma vigente. Foi necessária uma teorização sobre o fenômeno observado experimentalmente para que fosse possível explicar o que ocorria. Deste modo, temos a observação e experimentação como partes da construção do conhecimento, fornecendo subsídios para a a formulação de hipóteses e teorias. O importante é destacar que essa é uma das formas de fazer ciência, não podendo ser considerada um método absoluto.</p>	<p>QUEBRA DE PARADIGMA</p>	
<p>[11e] Com essa conclusão, começa uma aventura do conhecimento que iria <u>revolucionar nossa compreensão do universo e também nosso cotidiano</u>: daí surgiram o <i>laser</i>, os aparelhos de ressonância [...] (p. 18)</p>	<p>Os estudos do efeito fotoelétrico possibilitaram uma revolução científica e um novo modo de olhar e estudar os fenômenos.</p>	<p>IMPLICAÇÕES</p>	

<p>[12e] A <u>hipótese dos quanta</u> de luz foi recebida com relutância pela comunidade científica da época, pois parecia contradizer experimentos que demonstravam o fenômeno de interferência da luz, típico de um comportamento ondulatório. (p. 18)</p> <p>[13e] [...] o próprio Einstein manifesta sua dificuldade em aceitar essa conjectura: "<u>Insisto no caráter provisório desse conceito</u>, que não parece ser reconciliável com as consequências experimentalmente verificadas da teoria ondulatória". (p. 18)</p> <p>[14e] [...] considera <u>a hipótese dos quanta de luz como um deslize do candidato</u>: "Que ele tenha, algumas vezes, <u>errado o alvo em suas especulações</u>, como, por exemplo, <u>em sua hipótese dos quanta de luz</u>, não pode realmente ser usado contra ele, pois <u>não é possível introduzir ideias realmente novas, mesmo nas ciências mais exatas, sem algumas vezes assumir um risco</u>". (p. 18)</p>	<p>O paradigma da física clássica se encontrava estabelecido dificultando que a comunidade científica recebesse a hipótese dos <i>quanta</i>. O próprio Einstein - quem formulou esta hipótese - também acreditava ser um conceito provisório pois ia em desconformidade com as evidências experimentais da teoria ondulatória. Isso nos mostra que os próprios cientistas acreditam no caráter provisório da ciência e, mais do que isso, que o obstáculo gerado pelo conhecimento seguro, pelas convicções teóricas e experimentais - a experiência primeira (BAHELARD, 1996) -, pode fazer com que uma hipótese seja considerada um erro. Entretanto, o último trecho destacado mostra que é necessário que o cientista se liberte das amarras do senso comum e proponha "<i>abstrações mais audaciosas</i>" (BACHELARD, 1996, p. 09).</p>	<p>PRESENÇA DE CONTROVÉRSIAS</p>	
<p>[15e] No primeiro <u>congresso de Solvey</u> (Bélgica), em 1911, que reuniu físicos notáveis [...] (p. 18)</p> <p>[16e] A proposta indicando Einstein para a <u>Academia de Ciências Prussiana</u>, em 1913 - assinada, entre outros físicos ilustres, por Planck [...] (p.18)</p>	<p>Há a menção de congressos, local onde os cientistas se reúnem para divulgar, discutir e conhecer as pesquisas em andamento. Além disso tem a menção da indicação de Einstein para a Academia de Ciências, o que supõem a existência de uma comunidade científica.</p>	<p>COMUNIDADE CIENTÍFICA</p>	
<p>[17e] Eis a questão profunda que atormentava os cientistas: <u>como conciliar a ideia</u> de que a luz é constituída de corpúsculos com a noção - <u>comprovada experimentalmente</u> pelo cientista inglês Thomas Young (1773-1829) em 1801 - de que a luz se comporta como uma onda, apresentando a propriedade de interferência? (p. 18)</p>	<p>Em ruptura com esta visão de pendor empirista/indutivista, é apresentado a busca da conciliação de duas ideias incompatíveis - luz corpuscular e ondulatória - a fim de abranger a complexidade do conhecimento. "<i>Está em jogo a necessidade do exercício da imaginação e da intuição intelectual, na 'ousadia' que deve estar presente aquando da tentativa de resolução do problema e em todo o trabalho de produção científica.</i>" (PRAIA <i>et al.</i>, 2002, p. 130) - IMPORTANTE falar algo do comprovado experimentalmente.</p>	<p>QUESTIONAMENTOS QUE MOTIVARAM AS PESQUISAS</p>	
<p>[18e] Em carta de 1908 a seu <u>colaborador</u> austro-húngaro Jakob Laub [...] (p. 18)</p> <p>[19e] [...] demonstrados em 2012 pelo físico chinês Zenghu Chang e <u>colegas</u> [...] (p. 20)</p>	<p>Os excertos mencionam trabalhos colaborativos na ciência, mostrando que ela é um empreendimento coletivo e não individualista.</p>	<p>TRABALHO COLETIVO / COMUNIDADE CIENTÍFICA</p>	

<p>[20e] No ano seguinte, <u>publica dois trabalhos</u> importantes [...] (p. 18)</p> <p>[21e] Em <u>três trabalhos, publicados</u> naquele ano e no seguinte [...] (p. 18)</p> <p>[22e] [...] <u>em um artigo que</u> coloca em bases matemáticas precisas a teoria do fóton. (p. 18)</p>	<p>Menção da publicação de vários trabalhos por Einstein para divulgar sua hipótese de que a luz poderia ser interpretada tanto pela teoria ondulatória quanto pela corpuscular, e também de estudos sobre a interação do átomo com a radiação. Na ciência, a publicação de artigos é essencial, por é através deles que o pesquisador divulga seus estudos, é avaliado pela comunidade e ganha credibilidade (OLIVEIRA; GONTIJO, 2015).</p>	<p>PUBLICAÇÕES CIENTÍFICA</p>	
<p>[23e] [...] sugerindo uma natureza dual para a luz e opinando que <u>a próxima fase no desenvolvimento da física teórica deveria trazer</u> uma teoria da luz que poderia ser interpretada com <u>uma fusão entre a teoria ondulatória e a teoria corpuscular</u>. (p. 18)</p>	<p>Aponta a possibilidade do surgimento de um novo paradigma que mudaria a maneira de estudar os fenômenos da emissão de radiação.</p>	<p>TEORIA / PARADIGMA</p>	
<p>[24e] Esse desenvolvimento, <u>profetizado por Einstein</u>, foi de fato realizado pelo físico britânico Paul Dirac [...] (p. 18)</p>	<p>Anos após a publicação dos trabalhos de Einstein que sugerem a natureza dual da luz, que cálculos que corroboram com essa teoria foram descritos por Dirac. Entretanto, a palavra "<i>profetizado</i>" dá a impressão de que Einstein é um ser místico que prevê teorias corretas. Isso tira todas as bases teóricas, observacionais e de diálogo com outros trabalhos que deram suporte para que ele fizesse discussões desse tipo em seu trabalho. O que pode causar o endeusamento do cientista pelo leitor, gerando uma percepção deste como um ser superior.</p>	<p>CIENTISTA / ELITISTA</p>	
<p>[25e] Esses trabalhos podem ser considerados como os <u>precursores da óptica quântica</u>, que, no entanto, foi aprofundada e desenvolvida como disciplina mais tarde. (p. 18)</p>	<p>Ao apontar os trabalhos de Einstein como precursores da óptica quântica, é como se o próprio Einstein fosse o 'pai' dessa teoria, deixando de lado todos os construtos teóricos de outros trabalhos que deram suporte para seus estudos.</p>	<p>PRECURSOR / RELAÇÕES NA CIÊNCIA</p>	
<p>[26e] Um <u>grande intervalo de tempo</u> separa essa <u>descoberta de Einstein</u> de suas notáveis <u>aplicações práticas</u>: somente na década de 1950, nota-se que a emissão estimulada permitiria construir dispositivos como o <i>maser</i> e o <i>laser</i>. (p. 18)</p>	<p>Após a evidência dos fenômenos e a construção da teoria, pode-se levar muito tempo para que os pesquisadores consigam promover aplicações práticas e, nem sempre, essas aplicações podem ser úteis no cotidiano das pessoas. Contudo, a palavra descoberta pode causar uma ideia de que Einstein eventualmente surgindo por meio do acaso com sua teoria, o que o próprio TDC demonstra não ser o caso.</p>	<p>APLICAÇÕES / IMPLICAÇÕES</p>	
<p>[27e] Restava <u>descobrir como</u> aplicar o mesmo princípio à realização de uma nova fonte de luz. (p. 18)</p>	<p>Mais uma vez o uso da palavra descoberta que pode reforçar estereótipos de uma ciência ateuca e um imagem elitista do cientista.</p>	<p>FINALIDADE</p>	

<p>[28e] A teoria desse dispositivo foi estabelecida em 1952 pelos soviéticos [...] (p. 18)</p> <p>[29e] O primeiro <i>maser</i> [...] é construído em 1953, na <u>Universidade de Columbia (EUA)</u> [...] (p. 18)</p> <p>[30e] [...] na <u>Universidade Central da Califórnia</u> [...] (p. 20)</p> <p>[31e] [...] pelo físico norte-americano Theodore Maiman (1927-2007), <u>pesquisador do laboratório Hughes</u>, em Malibu, na Califórnia. (p. 18)</p> <p>[32e] Em fevereiro de 1961, é demonstrado em Massachusetts (EUA) liderada por Ali Java, <u>o primeiro laser</u> que emite um feixe de luz continuamente. (p. 19)</p>	<p>Podemos destacar algumas informações dos trechos indicados: o trabalho coletivo na ciência, ao mencionar que a maior parte das aplicações e estudos do <i>maser</i> e <i>laser</i> foram realizadas em diferentes universidades e também em laboratórios particulares de pesquisa, como o Hughes*; entretanto, a todo momento é apontado esse ou aquele como sendo o primeiro a desenvolver a teoria do dispositivo ou o primeiro a fabricá-lo e demonstrá-lo, levando a ideia de precursores na ciência, que é algo apontado pela história como inadequado (ALFONSO-GOLDFARB <i>et al.</i>, 2002), pois traz a imagem elitista do cientista descobridor.</p>	<p>ESTUDOS SÃO REALIZADOS EM UNIVERSIDADES / COLABORAÇÃO</p>	
<p>[33e] O <u>trabalho de Maiman é precedido por</u> duas propostas teóricas, demonstrando as condições de funcionamento e a viabilidade do laser. A primeira, feita pelo físico norte-americano Gordon Guld [...] estudante de doutorado na Universidade de Colúmbia e <u>que registraria a ideia em 1957, ganhando a patente 20 anos mais tarde, depois de uma longa batalha judicial.</u> A segunda, publicada em 1958 por Townes e o norte-americano Artur Schawlow [...], então pesquisadores nos Laboratórios Bell. (p. 18-19)</p>	<p>Apresenta as disputas pela patente do primeiro laser, o que nos mostra a importância de um pesquisador "<i>ser o primeiro a divulgar um novo resultado, a ganhar os créditos de uma 'descoberta'</i>" (OLIVEIRA; GONTIJO, p.14), mesmo que os trabalhos estivessem ocorrendo de forma simultânea nos diferentes laboratórios, inclusive com elementos constituintes distintos na fabricação dos <i>lasers</i>. Entretanto, essa é uma prática do trabalho científico atual e é importante ser apresentada aos estudantes e professores, mas com o cuidado de mostra-la com a imagem elitista do cientista descobridor.</p>	<p>INFLUÊNCIA DE OUTROS TRABALHOS / PATENTES</p>	
<p>[34e] Em 1969, um <i>laser</i> pulsado de rubi, refletido por um espelho colocado na Lua, foi usado para <u>medir a distância de um ponto na Terra àquele espelho com uma precisão de 5 cm.</u> Agora, o projeto Apollo, no Novo México (EUA), <u>pretende aumentar a precisão para 1 mm, o que permitirá testar desvios de lei de gravitação do físico britânico Isaac Newton</u> [...] (p. 20)</p>	<p>Apresenta a aplicação do <i>laser</i> para auxiliar na tomada de dados que possibilitam que outros estudos sejam realizados, inclusive buscando aumentar a precisão das medições.</p>	<p>DESCRIÇÃO DE PROCEDIMENTO DE TOMADA DE DADOS</p>	
<p>[35e] Os trabalhos de Glauber e Sudarshan mostram não só que um feixe de luz térmica e mesmo um de luz <i>laser</i> podem ser descritos como se fossem campos eletromagnéticos clássicos (como flutuações estatísticas), <u>mas também que outros tipos de luz poderiam existir e que não admitiriam uma descrição clássica.</u> (p. 21)</p>	<p>Apresentam as implicações provenientes dos estudos de dois pesquisadores, que acabaram apontando a hipótese da existência de outros tipos de luz que também não eram descritas pelo paradigma da física clássica. Além de menções ao trabalho coletivo, o excerto admite a formulação de hipóteses, que não foram baseadas em experimentos e descobertas, através de estudos e suporte teórico.</p>	<p>IMPLICAÇÕES / HIPÓTESES</p>	

<p>[36e] A nova tecnologia quântica - reconhecida pelo <u>prêmio Nobel de 2012</u> para o físico norte-americano David Wineand e o físico francês Serge Haroche - permite controlar a interação de um único átomo com um único fóton. (p. 21)</p>	<p>Por um longo período o fenômeno quântico só podia ser estudado teoricamente, o que não diminui a sua relevância dentro da ciência. Com o aprofundamento dos estudos, o desenvolvimento dos <i>lasers</i> e suas aplicações, novas tecnologias foram produzidas possibilitando métodos experimentais que permitiram a medição e manipulação de sistemas quânticos, sendo uma inovação dentro da ciência levando a premiação dos cientistas com o prêmio Nobel.</p>	<p>MENÇÕES AO PRÊMIO NOBEL</p>	
<p>[37e] Essa <u>tecnologia deu um grande impulso ao desenvolvimento de uma nova disciplina, a informação quântica</u> - estreitamento ligada à óptica quântica - e que <u>estuda métodos para caracterizar, transmitir, armazenar, compactar e usar computacionalmente a informação contida em estados quânticos</u>. (p. 21)</p>	<p>Mostram a ciência e a tecnologia como motivadoras uma da outra, pois com os estudos e teorias científicas foi possível o desenvolvimento de tecnologias que puderam fomentar novos estudos na ciência. Descreve ainda alguns processos que fazem parte da construção do conhecimento, como: caracterizar, transmitir, armazenar - e não descobrir e inventar.</p>	<p>IMPLICAÇÕES</p>	
<p>[38e] A produção de luz eminentemente quântica torna-se uma atividade importante em muitos laboratórios, seja pelas <u>possíveis aplicações</u>, seja pelo <u>interesse fundamental</u>. (p. 21)</p> <p>[39e] Além de trazer uma nova visão da física quântica, associada ao conceito de informação, essa área de pesquisa tem a perspectiva de <u>aplicações de grande impacto</u> na criptografia e na computação quântica. (p. 21)</p> <p>[40e] As novas tecnologias quânticas [...] <u>continuarão a produzir resultados assombrosos nos próximos anos, desvendando comportamentos sutis da natureza e gerando aplicações</u> que, como o <i>laser</i>, poderão ter considerável impacto no nosso cotidiano. (p.21)</p>	<p>Os excertos apontam dois tipos de motivação para as pesquisas: o interesse fundamental no estudo e aprofundamento dos conhecimentos científicos, pesquisar para conhecer; e as possíveis aplicações, seja na própria ciência, impulsionando novas pesquisas, ou na sociedade, que vem a usufruir de seus produtos, como no desenvolvimento de "<i>aparelhos de ressonância magnética usados em hospitais, os relógios anatômicos, o transistor e os computadores modernos</i>." (DAVIDOVICH, p. 18). Divulgar o trabalho científico e, principalmente, indicar a sua utilidade para a sociedade é uma forma de valorizar a pesquisa e ganhar credibilidade dentro e fora da comunidade científica (OLIVEIRA; GONTIJO, 2015).</p>	<p>MOTIVAÇÃO: APLICAÇÃO / UTILIDADE</p>	

Quadro 6 – Formulário de análise do texto f.

<b>DADOS DO TEXTO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA</b>	
<b>TÍTULO</b>	Biologia Sintética
<b>AUTOR</b>	Rafael Silva Rocha e Tie Koide
<b>RETRANCA</b>	Biologia
<b>VOLUME</b>	53
<b>Nº</b>	315
<b>MÊS/ANO</b>	ago./2014
<b>PÁGINA</b>	32-37
<b>SOBRE O AUTOR</b>	<p>Departamento de Bioquímica e Imunologia, Faculdade de Medicina de Riberão Preto, Universidade de São Paulo</p> <p><b>RAFAEL:</b> Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Pará (2007) e doutor em Biologia Molecular pela Universidad Autónoma de Madrid, Espanha (2011). Realizou pós-doutorado no laboratório do Dr. Víctor de Lorenzo em Madri (2012), trabalhando na área de Biologia Sintética e Sistêmica e no desenvolvimento de ferramentas moleculares para a manipulação genéticas de bactérias ambientais. Realizou pós-doutorado na Faculdade de Medicina de Riberão Preto sobre supervisão da Dra. Tie Koide (2014). Desde 2015 ocupa o cargo de Professor Doutor no Departamento de Biologia Celular e de Bioagentes Patogênicos da Faculdade de Medicina de Riberão Preto, trabalhando em Biologia Sintética de Microrganismos, principalmente no estudo dos mecanismos do controle da expressão gênica, análise bioinformática e modelagem de redes de regulação gênica. Fonte: <a href="http://lattes.cnpq.br/4392193075045444">http://lattes.cnpq.br/4392193075045444</a></p> <p><b>TIE:</b> Bacharel em Ciências Moleculares pela Universidade de São Paulo (2001), Doutora em Bioquímica pela Universidade de São Paulo (2006) com Pós-doutorado no Institute for Systems Biology, Seattle-EUA (2008). É docente do Departamento de Bioquímica e Imunologia - FMRP- USP. Atua na área de Microbiologia, Bioquímica e Biologia Molecular, com ênfase em Biologia Sistêmica, analisando dados de expressão gênica em larga escala e auxiliando no desenvolvimento de ferramentas de bioinformática. Áreas de interesse: regulação da expressão gênica, microbiologia, resposta a estresses ambientais, integração de dados em larga-escala para formulação de modelos preditivos da célula, RNAs não codificantes, organismos procarióticos, archaea, bioinformática. Fonte: <a href="http://lattes.cnpq.br/1918823456442623">http://lattes.cnpq.br/1918823456442623</a></p> <p>Acesso: 28/03/2017</p>
<b>DISPONÍVEL EM:</b>	<a href="http://assinaturadigital.cienciahoje.org.br/revistas/reduzidas/315/files/assets/basic-html/index.html#1">http://assinaturadigital.cienciahoje.org.br/revistas/reduzidas/315/files/assets/basic-html/index.html#1</a>
<b>ANÁLISE</b>	

RESUMO			
Artigo apresenta um panorama das pesquisas realizadas no campo da biologia sintética, o funcionamento e processos utilizados no desenvolvimento dos organismos, bem como suas aplicações e impacto na sociedade.			
<b>Introdução</b>	Diferencia a área da engenharia genética e da biologia sintética, explicando o funcionamento de cada uma delas. Apresenta diversos estudos que estão sendo realizados no campo da biologia sintética e algumas possíveis aplicações.		
<b>Regulação gênica</b>	Apresenta implicações da biologia sintética para o estudo de circuitos gênicos nas células a fim de compreender o funcionamento do sistema biológico.		
<b>Criatividade responsável</b>	Apresentam uma metodologia que permite sintetizar o genoma em laboratório. Além disso, alerta para a necessidade de incentivar os jovens a conhecerem e se interessarem por essa área da ciência.		
CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS A NdC E O TRABALHO CIENTÍFICO			
EXCERTO DO TDC	ANÁLISE	PALAVRAS DESTACADAS	PERCEPÇÃO DA CIÊNCIA
[1f] A reprogramação de organismos, com vistas a aplicações biotecnológicas e biomédicas, <u>é o objetivo da biologia sintética</u> , uma nova área da ciência. (p. 32)	Descreve como objetivo da biologia sintética o desenvolvimento de uma nova área da ciência que busca reprogramar organismos vivos para aplicações biotecnológicas e biomédicas.	OBJETIVO / MOTIVAÇÃO	
[2f] [...] <u>biólogos, físicos, químicos, engenheiros e muitos outros profissionais vêm atuando em conjunto</u> e [...] (p. 32) [3f] [...] envolvem a colaboração entre profissionais de <u>diferentes campos</u> [...] (p.34)	Apresenta mais do que o trabalho coletivo na pesquisa científica, indicando que profissionais das diferentes áreas trabalham em conjunto. A interdisciplinaridade é um fator que contribui para a construção da pesquisa, uma vez que o conhecimento isolado/especializado não consegue estudar o fenômeno na sua complexidade.	INFLUÊNCIA DE OUTRAS ÁREAS / COLETIVIDADE	
[4f] O engajamento de <u>jovens cientistas</u> e os avanços nas técnicas biomoleculares e genéticas [...] (p. 32) [5f] Para que as promessas da biologia sintética se tornem reais, é necessário <u>o engajamento da nova geração de cientistas</u> . (p. 37)	Menção do trabalho de jovens pesquisadores, possibilitando a quebra do estereótipo do cientista mais velho. Além disso, o texto traz a importância de que uma nova geração de cientistas se envolva nessa área. Podemos tomar as ideias de Kuhn que diz quando um cientista está imerso dentro de um paradigma é difícil que ele reconheça outras formas de estudo ou outros paradigmas, sendo necessária uma nova geração que não tenha influências tão fortes dos estudos anteriores (aqui destacamos a engenharia genética) para que possam aderir à nova área (biologia sintética).	CIENTISTA JOVEM / PARADIGMA	
[6f] [...] associados à conscientização quanto ao <u>uso responsável dessas ferramentas</u> [...] (p. 32)	Essa atividade (de reprogramação de organismos vivos) pode ter as mais variadas aplicações, sejam elas positivas ou negativas, por isso o texto aponta para seu uso responsável.	IMPLICAÇÕES	

<p>[7f] [...] já começaram a tornar realidade alguns cenários antes restritos à ficção científica. (p. 32)</p> <p>[8f] Parece ficção científica, mas não é. Esse panorama <u>ainda não faz parte do cotidiano, mas já está sendo desenhado nos laboratórios</u> de biologia sintética, área de pesquisa que trabalha para trazer essas aplicações para o dia a dia. (p. 33)</p> <p>[9f] [...] <u>parecem exercício de futurologia, mas são resultados reais.</u> (p. 35)</p>	<p>A ciência está em construção, sempre se modificando, sendo que, algo que não era possível de ser realizado começa a ser estudado pela ciência, podendo ser uma possibilidade. Uma colocação importante nos excertos é a menção da ficção científica, em que é possível diferenciar aquilo que aparece nessas histórias da ciência realizada na vida real pelos pesquisadores: elas são diferentes, porém, pode ser que em algum momento a pesquisa científica possa alcançar as expectativas das histórias de ficção, mas nem tudo o que é ficção faz parte do cotidiano científico. Já a menção dos laboratórios pode reforçar a ideia de uma ciência experimental, ligada ao método empírico indutivista.</p>	EXPERIMENTAÇÃO	
<p>[10f] [...] com sofisticções possibilitadas pela biologia moderna: <u>precisão, robustez, quantificações, simulações no computador...</u> (p. 34)</p>	<p>Relata algumas características relacionadas aos procedimentos da pesquisa, que além de levar em conta as quantificações, também faz o uso de tecnologias e simulações dentro do novo campo de estudos.</p>	PROCEDIMENTOS / TECNOLOGIA	
<p>[11f] <u>As duas áreas são diferentes.</u> Na engenharia genética, o principal objetivo é alterar organismos inserindo em seu DNA genes que lhes dão novas características [...]. Na biologia sintética, os passos intermediários entre o isolamento dos genes de interesse e a geração do produto final mudam totalmente. (p. 34)</p> <p>[12f] Esse novo campo de estudos pode ser visto como um <u>sucessor da engenharia genética</u> [...] (p. 34)</p>	<p>Dois áreas dentro das ciências biológicas têm finalidades/objetivos distintos. Uma vem para suceder a outra, ou seja, embasada por teorias, processos e talvez até paradigmas distintos, a biologia sintética possibilita estudos que antes não eram possíveis na engenharia genética.</p>	FINALIDADE	
<p>[13f] [...] <u>são elaborados modelos matemáticos que permitem simular seu comportamento em computadores.</u> Isso possibilita revisar o projeto de engenharia e fazer modificações que melhorem o desempenho. <u>Após confirmar,</u> em novas simulações, que o sistema funciona como desejado, ele é introduzido nos hospedeiros adequados [...] (p. 34)</p> <p>[14f] Uma vez implantados nos organismos hospedeiros, esses circuitos permitem a <u>realização das tarefas específicas desejadas pelos pesquisadores.</u> (p. 34)</p> <p>[15f] Os ciclos de <u>padronização-simulação-validação</u> compõem a grande inovação que a biologia sintética proporciona para a engenharia de sistemas biológicos [...] (p.34)</p>	<p>Apresentação de algumas etapas das pesquisas, mostrando os modelos matemáticos, relações com as tecnologias e ciências aplicadas (engenharia) como procedimentos necessários nos estudos.</p>	PROCEDIMENTOS E PROCESSOS	
<p>[16f] [...] <u>a imaginação parece ser o limite</u> para o que é possível realizar. (p. 35)</p>	<p>Menção a fatores humanos e características pessoais subjetivas do pesquisador, como a criatividade.</p>	FATORES HUMANOS / PESQUISA	



<p>[17f] <u>Pesquisadores da Universidade da Califórnia</u>, em Berkeley (Estados Unidos), desenvolveram um circuito gênico que, implantado na bactéria <i>Escherichia coli</i> [...] (p. 35)</p> <p>[18f] Em outro trabalho, na <u>Universidade de Emory</u> (Estados Unidos), foi desenvolvida uma bactéria capaz de 'nadar' em direção a um poluente ambiental e liberar enzimas que degradam esse composto [...] (p. 35)</p> <p>[19f] No Laboratório de Biologia Sistêmica de Microrganismos da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (USP), por exemplo [...] (p. 36)</p> <p>[20f] Metodologias desenvolvidas em 2010 por <u>pesquisadores do Instituto Craig Venter</u>, nos Estados Unidos, permitem sintetizar genomas completos em tubos de ensaio e, depois, introduzi-los em células hospedeiras que tiveram o genoma original removido. (p. 37)</p>	<p>Aponta pesquisas realizadas em universidades e institutos nacionais e internacionais que trabalham nessa área.</p>	<p>COLETIVIDADE</p>	
<p>[21f] Outros exemplos têm aparecido em <u>publicações científicas</u>, com frequência cada vez maior. (p. 35)</p>	<p>Menção a publicações científicas que vem aumentando, representando o crescimento dessa área de pesquisa e refletindo os estudos realizados pelos grupos.</p>	<p>PUBLICAÇÕES</p>	
<p>[22f] A maior parte das aplicações obtidas <u>ainda não chegou ao nosso cotidiano</u>, mas os estudos comprovam que esses cenários são possíveis. (p. 35)</p> <p>[23f] Um produto da biologia sintética que já começou a ser produzido é um medicamento destinado a combater a malária [...]. <u>O processo torna o medicamento mais barato e permite um fornecimento mais estável</u>, o que deverá ajudar no controle da doença. (p. 35)</p> <p>[24f] A velocidade com que vêm surgindo novos resultados das pesquisas em biologia sintética indica que esse novo campo, em poucos anos, <u>poderá gerar muitos outros produtos, com diferentes aplicações, trazendo efetivos benefícios à sociedade</u>. (p. 35)</p>	<p>O texto traz algumas possíveis implicações dos estudos para o cotidiano, relacionadas a melhoria da qualidade de vida, como barateamento de remédios. Apesar dessas aplicações serem uma das implicações da pesquisa, ela pode reforçar a visão estritamente utilitarista da ciência, principalmente se o leitor já apresenta essa visão. Não podemos negar que direta ou indiretamente o conhecimento científico pode trazer benefícios (ou malefícios) para a sociedade, entretanto, queremos destacar o fato de que não necessariamente esse seja um objetivo primeiro em uma pesquisa.</p>	<p>IMPLICAÇÕES</p>	
<p>[25f] [...] os <u>grandes desenvolvimentos tecnológicos foram em geral precedidos por um importante avanço no conhecimento científico</u> - como ocorreu com a física no início do século 20, que permitiu, entre muitas outras coisas, o surgimento de computadores cada vez mais sofisticados. (p. 35)</p>	<p>Sugere que a tecnologia é um produto da ciência, passando a ideia contrária ao trecho [19a], [5d] e todos os outros que fazem menção à tecnociência.</p>	<p>RELAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA</p>	

<p>[26f] Nas últimas décadas, <u>o aperfeiçoamento das técnicas de biologia molecular vem permitindo estudar e entender em detalhe os diferentes processos associados com o controle dos circuitos gênicos nas células.</u> (p. 35)</p> <p>[27f] [...] tentando integrar todos os circuitos gênicos de um organismo, <u>usando modernos métodos experimentais e computacionais.</u> (p. 36)</p> <p>[28f] Para decifrar a rede de regulação gênica desse organismo, empregamos, de modo integrado, <u>várias técnicas de biologia molecular</u> de última geração, além de <u>técnicas computacionais.</u> (p. 36-37)</p> <p>[29f] Em primeiro lugar, as sequências de interesse são planejadas no computador. Feito o desenho do novo genoma, inicia-se a síntese química [...] (p. 37)</p>	<p>Trechos apresentam alguns processos necessários para o desenvolvimento da pesquisa, como planejar e simular no computador, para só assim iniciar a síntese em laboratório. Podemos verificar que as relações com a tecnologia apresentada nesses trechos são mais próximas da percepção atual que se tem da sobre a tecnociência, na qual ciência e tecnologia coexistem e influenciam umas às outras, diferentemente do que observamos no excerto anterior. Assim, um mesmo texto pode apresentar ideias controversas sobre essa relação, isso porque ainda nos dias atuais as opiniões sobre ela são muito distintas.</p>	<p>PROCEDIMENTOS E PROCESSOS / TECNOLOGIA</p>	
<p>[30f] [...] <u>estudamos</u> como atuam os circuitos gênicos do micro-organismo <i>Halobacterium salinarum</i>. (p. 36)</p> <p>[31f] <u>Queremos entender</u> como esse organismo [...] detecta e responde aos sinais ambientais. (p. 36).</p> <p>[32f] [...] busca <u>compreender o funcionamento</u> dos sistemas biológicos de maneira global [...] (p. 36)</p>	<p>Estudar como; buscar entender; buscar compreender o funcionamento: se aproximam de uma visão mais próxima da aceita em relação à NdC, no que diz respeito à construção do conhecimento através do estudo de um fenômeno.</p>	<p>MOTIVAÇÃO / QUESTIONAMENTO</p>	
<p>[33f] <u>Uma das principais limitações</u> da biologia sintética, hoje [...]. Isso <u>dificulta obter algumas das aplicações almejadas</u> [...] (p. 37)</p> <p>[34f] Esse novo processo de síntese completa de genomas <u>elimina as limitações dos métodos atuais</u> e terá enorme efeito no desenvolvimento da biologia sintética. (p. 37)</p> <p>[35f] Reprogramar organismos vivos <u>não é fácil.</u> (p.37)</p>	<p>Apresenta algumas dificuldades enfrentadas, principalmente no sentido das aplicações práticas do estudo e expressa a complexidade de construir sequências genéticas. Porém, também indica que novos processos buscam diminuir e até mesmo eliminar algumas dessas limitações, principalmente com uso de tecnologias computacionais, como a simulação.</p>	<p>PROCESSOS</p>	
<p>[36f] [...] permitem acreditar que a biologia sintética ganhará destaque e trará melhorias para a qualidade vida humana. (p. 32)</p> <p>[37f] O interesse em torno do tema permite acreditar que, em pouco tempo, a biologia sintética <u>ajudará, de maneira responsável, a encontrar soluções para problemas críticos ligados ao meio ambiente e à vida humana.</u> (p. 37)</p>	<p>Reforça a visão do trecho [22,23,24f] já discutido, com suposições sobre a implicação dos estudos da biologia sintética para resolver problemas e melhorar a qualidade de vida, reforçando a percepção utilitarista da ciência.</p>	<p>IMPLICAÇÕES / SUPOSIÇÃO</p>	

Quadro 7 – Formulário de análise do texto g.

<b>DADOS DO TEXTO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA</b>	
<b>TÍTULO</b>	Lixo Eletrônico: uma questão crítica para a saúde e o ambiente
<b>AUTOR</b>	Júlio Carlos Afonso
<b>RETRANCA</b>	Química
<b>VOLUME</b>	53
<b>Nº</b>	314
<b>MÊS/ANO</b>	jun./2014
<b>PÁGINA</b>	36-40
<b>SOBRE O AUTOR</b>	<p>Departamento de Química Analítica, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro</p> <p>Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1985), graduação em Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1986), mestrado em Engenharia Química pela COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro (1987) e doutorado em Engenharia Química pelo Centre National de la Recherche Scientifique/Université Claude Bernard (Lyon I - 1990). Atualmente é Professor Titular do Departamento de Química Analítica do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tem experiência na área de Química Analítica, com ênfase em Análise de Traços e Química Ambiental, atuando principalmente nos seguintes temas: tratamento de resíduos químicos de laboratório, industriais e de exploração/refino de petróleo, poluição ambiental, e processamento de lixo tecnológico, com ênfase em lixo eletroeletrônico, pilhas, baterias e catalisadores. Orienta também trabalhos na área de história e evolução da química.</p> <p>Fonte: <a href="http://lattes.cnpq.br/7183851351375986">http://lattes.cnpq.br/7183851351375986</a></p> <p>Acesso: 28/03/2017</p>
<b>DISPONÍVEL EM:</b>	<a href="http://assinaturadigital.cienciahoje.org.br/revistas/reduzidas/314/files/assets/basic-html/index.html#1">http://assinaturadigital.cienciahoje.org.br/revistas/reduzidas/314/files/assets/basic-html/index.html#1</a>
<b>ANÁLISE</b>	
<b>RESUMO</b>	
O texto apresenta problemas ambientais gerados pelo crescimento do consumo de dispositivos eletrônicos e seu descarte inadequado. Apesar de trazer muitas considerações para a construção de uma consciência ambiental no leitor, o texto aborda poucas informações sobre pesquisas na área, por ela ser ainda muito primitiva.	
<b>Introdução</b>	Indica a preocupação com o aumento do consumo de eletrônicos e, conseqüentemente, do lixo gerado com a obsolescência (programada ou perceptiva) desses aparelhos, gerando toneladas de resíduos que contém metais pesados e outras substâncias tóxicas no meio ambiente.

<b>Da produção ao descarte</b>	Apresentam estudos que mostram os impactos causados não apenas pelo descarte do lixo eletrônico, mas também com a extração de insumos para sua produção.
<b>O panorama no Brasil</b>	Expõem o crescimento do consumo de eletrônicos no país, algumas políticas para o descarte/destinação desses produtos. Além disso, aponta uma deficiência da pesquisa brasileira nesse setor, o que faz com que muito do material que poderia ser reciclado acaba sendo descartado inadequadamente ou descartado.
<b>Superação de desafios</b>	Após apresentar um panorama geral de como outros países tratam o seu lixo eletrônico, o TDC destaca que o maior desafio a ser superado é a conscientização da população para os problemas ambientais (e inclusive de saúde) trazidos pelo descarte inadequado do lixo, incentivando a coleta seletiva espontânea e o consumo consciente.

### CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS A NdC E O TRABALHO CIENTÍFICO

EXCERTO DO TDC	ANÁLISE	PALAVRAS DESTACADAS	PERCEPÇÃO DA CIÊNCIA
[1g] Isso foi <u>comprovado em testes</u> de toxicidade feitos com placas de circuito impresso pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos. (p. 38) // [2g] [...] <u>estudos na Espanha confirmam</u> a maior chance de ter câncer e outras doenças perto de unidades de reciclagem, reprocessamento e incineradores. (p. 38)	O excerto aponta que testes realizados verificaram que essas placas (lixo eletrônico) são tóxicas para seres humanos e para o meio ambiente. É evidente a importância da experimentação para realizar essa verificação, que vem com uma série de parâmetros a serem analisados para que se chegue à essa conclusão (inclusive apontado pelo próprio TDC). Entretanto, a palavra “comprovado” pode reforçar no leitor que a ciência comprova coisas, com conhecimento imutável e superior.	RESULTADOS / IMPLICAÇÕES	
[3g] [...] prejudica a saúde das pessoas que lidam com esse material e o ambiente, segundo relatórios de diversas organizações não governamentais e <u>trabalhos científicos</u> . (p. 38)	De um modo geral, o texto apresenta dados de pesquisas e relatórios oficiais que mostram como o lixo eletrônico vem se tornando um problema para o meio ambiente e para a sociedade de um modo geral. Com base nesses estudos, leis estão sendo desenvolvidas para tentar controlar e minimizar esses problemas, o que mostra que a sociedade não está livre da influência da pesquisa científica.	PUBLICAÇÕES	
[4g] Uma resposta à geração acelerada de lixo eletrônico <u>são as leis</u> [...] (p.40)	De um modo geral, o texto apresenta dados de pesquisas e relatórios oficiais que mostram como o lixo eletrônico vem se tornando um problema para o meio ambiente e para a sociedade de um modo geral. Com base nesses estudos, leis estão sendo desenvolvidas para tentar controlar e minimizar esses problemas, o que mostra que a sociedade não está livre da influência da pesquisa científica (não neutralidade).	IMPLICAÇÕES	
[5g] [...] segundo estimativas da <u>Fundação Estadual do Ambiente de Minas Gerais e dos Laboratórios</u> para a Pesquisa e Teste de Materiais da Suíça. (p. 39)	Menção a grupos e laboratórios de pesquisa nacionais e internacionais que fazem estudo e levantamento de dados sobre a produção do lixo eletrônico.	COLETIVIDADE	

<p>[6g] A análise (em termos ecológicos) do ciclo de vida de eletroeletrônicos no país <u>é dificultada</u> [...]. Mesmo os <u>dados</u> disponíveis de consumo, fabricação e vida útil média <u>são às vezes contraditórios</u>. (p. 39)</p>	<p>O excerto mostra que as dificuldades fazem parte da ciência, seja na contradição dos dados da análise ou na falta de estrutura e logística para sua coleta e tratamento, não podendo ser ignoradas. Isso pode fazer com que a ideia de uma ciência rígida, infalível e superior dê lugar a uma ciência humana, em que as dificuldades e contradições fazem parte da construção desse conhecimento.</p>	<p>RESULTADOS / DIFICULDADES</p>	
<p>[7g] No Brasil, não é feito o processamento total de reciclagem de eletrônicos, e <u>a pesquisa no setor é muito incipiente</u>. (p. 39) // [8g] O país <u>não tem tecnologia de processamento</u> químico-metalúrgico das peças mais complexas [...] e as exporta. Isso inibe a geração de empregos e oportunidades. (p. 39)</p>	<p>Não somente as dificuldades no fazer ciência são apontadas neste texto, mais também dificuldades em relação à própria área da pesquisa que, neste caso, se encontra em uma etapa muito inicial, uma vez que a um tempo atrás não se conhecia (ou não importava-se) tanto os efeitos do lixo eletrônico. Desse modo, esse tipo de pesquisa ainda é muito recente, não havendo conhecimento, tecnologia e investimentos suficiente para os processos.</p>	<p>PROCESOS / DIFICULDADES</p>	

Quadro 8 – Formulário de análise do texto h.

DADOS DO TEXTO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA	
<b>TÍTULO</b>	A Física da Bicicleta no Futebol
<b>AUTOR</b>	Marcos Duarte
<b>RETRANCA</b>	Física
<b>VOLUME</b>	53
<b>Nº</b>	313
<b>MÊS/ANO</b>	abr./2014
<b>PÁGINA</b>	16-21
<b>SOBRE O AUTOR</b>	<p>Curso de Engenharia Biomédica; Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas; Universidade Federal do ABC (SP)</p> <p>Possui graduação em Física pela Universidade de São Paulo (1989), mestrado em Tecnologia Nuclear Básica pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (1992) e doutorado em Tecnologia Nuclear Básica pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (1994). Atualmente é professor titular da Universidade Federal do ABC. Tem experiência na área de Engenharia Biomédica, com ênfase em Modelagem de Fenômenos Biológicos, atuando principalmente nos seguintes temas: biomecânica, controle motor, controle postural, biomecânica e análise do movimento.</p> <p>Fonte: <a href="http://lattes.cnpq.br/6768473215453005">http://lattes.cnpq.br/6768473215453005</a></p> <p>Acesso: 28/03/2017</p>
<b>DISPONÍVEL EM:</b>	<a href="http://assinaturadigital.cienciahoje.org.br/revistas/reduzidas/313/files/assets/basic-html/index.html#1">http://assinaturadigital.cienciahoje.org.br/revistas/reduzidas/313/files/assets/basic-html/index.html#1</a>
ANÁLISE	
RESUMO	
O texto apresenta um estudo realizado a partir de vídeos e imagens do movimento do chute de bicicleta, realizado por Pelé, em que são utilizados conceitos da física, principalmente relacionado a conservação da quantidade de movimento angular, para explicar o fenômeno e buscar entender como ele pode ser aprimorado.	
<b>Conservando o movimento</b>	Apresenta a lei de conservação de movimento angular mencionando que é a partir dela que se pode explicar alguns movimentos no futebol e também em outros esportes, como um ginasta rotacionando, por exemplo.
<b>Como uma tesoura</b>	Descreve a forma como o movimento de bicicleta realizado por Pelé funciona, como uma tesoura. Desse modo começa a explicar, do ponto de vista da mecânica, como a quantidade de movimento se conserva quando o corpo do atleta está no ar.
<b>Corpo dividido</b>	Apresenta a hipótese de que Pelé buscava uma forma mais eficiente para executar a bicicleta, alterando a quantidade de movimento angular de cada segmento do corpo. Assim, é usado um vídeo para analisar quadro a quadro a imagem do chute do atleta a fim de realizar um cálculo estimativo da quantidade de movimento de cada segmento de seu corpo.

<b>Questão-chave</b>	Aponta que a questão-chave é compreender o papel da quantidade de movimento angular em cada uma das pernas da bicicleta, lembrando que existe uma margem de erro adicionada à medida.
<b>Ação e reação</b>	Explica o porquê do movimento da tesoura ser necessário para a realização do chute através da aplicação da terceira lei de Newton.
<b>Equilíbrio no ar</b>	Apresenta explicações sobre como manter cabeça e tronco estáveis no ar ao realizar o chute, a fim de anular as forças nos quadris e manter o equilíbrio.
<b>Parceira de jogada</b>	Por fim, o TDC apresenta duas características "do chute de bicicleta perfeito": uma a sua própria definição (jogador de costas com a bola no ar, a outra é que o movimento das pernas deve ser como uma tesoura.

### CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS A NdC E O TRABALHO CIENTÍFICO

EXCERTO DO TDC	ANÁLISE	PALAVRAS DESTACADAS	PERCEPÇÃO DA CIÊNCIA
[1h] A física - cujo nome vem do grego <i>physis</i> , natureza - é a ciência que estuda os fenômenos naturais. (p. 16)	Apresenta a origem do nome da disciplina que é associado ao estudo dos fenômenos naturais.	FINALIDADE	
[2h] É justamente o contrário: só o 'perna de pau' quer, em vão, <u>violar as leis da física</u> . O jogador talentoso <u>tem tais leis [da física] incorporadas a ele</u> e as usa como se fosse mágica. (p. 18)	Apesar de trazer a menção às leis, o trecho não necessariamente está dando ênfase à ciência, mas sim ao jogador. Ele nos deixa a impressão de que as leis da física são algo que uma pessoa pode ou não ter consigo, como se fossem algo de posse que leva o jogador a fazer mágica com a bola de maneira consciente. Por outro lado, o trecho mostra como a ciência pode influenciar, inclusive, uma jogada no futebol, mesmo que de maneira involuntária; ou, até mesmo, auxiliar na melhora da performance do jogador.	LEIS / INFLUENCIA	
[3h] <u>Entre tantas leis da física</u> , a que nos interessa aqui é a chamada conservação da quantidade de movimento angular [...] (p. 18) [4h] Do ponto de vista da mecânica - <u>área da física</u> que estuda o movimento e o repouso dos corpos [...] (p. 19) [5h] [...] a aplicação da <u>lei de conservação</u> é equivalente à aplicação da terceira lei de Newton [...] (p. 21)	Mais uma vez a menção às leis na ciência, o que nos mostra que elas estão presente e dão sustentação à atividade científica, evidenciando que ela vai além da observação e experimentação neutra.	LEIS	
[6h] Mas qual a função - se há alguma - do movimento da perna que não chuta (esquerda) no sentido contrário do movimento da perna que chuta, momentos antes do contato com a bola? (p.19)	O TDC apresenta uma análise realizada através de vídeos e imagens do chute de Pelé, que busca estudar como o movimento da bicicleta é possível, se existe algo que possa otimizá-lo e, como mostrado no questionamento em questão, qual a função de alguns movimentos realizados com determinadas partes do corpo. Este excerto nos mostra alguns questionamentos que guiaram essa pesquisa, bem como algumas suposições iniciais que puderam ou não ser comprovadas.	QUESTIONAMENTOS	

<p>[7h] Para nossos propósitos aqui, <u>vamos assumir a seguinte hipótese</u> [...] (p. 19)</p> <p>[8h] Uma possibilidade [...] (p.19)</p>	<p>O texto está sempre descrevendo os passos da pesquisa em questão para trazer as informações: no trecho [6h] foi apresentado o questionamento da pesquisa; agora, se apresenta uma hipótese a ser testada.</p>	<p>HIPÓTESE / SUPOSIÇÃO</p>	
<p>[9h] <u>Para testar essa hipótese, precisamos, então,</u> analisar um chute de bicicleta de Pelé, medir grandezas, fazer as contas e verificar se a hipótese é confirmada. (p. 19)</p> <p>[10h] Para uma <u>análise quantitativa</u>, o vídeo mostrando a bicicleta de Pelé deve atender a uma condição: se apenas um ângulo de visão está disponível, <u>para evitar erros de perspectiva</u>, esse ângulo deve ser perpendicular ao plano de movimento. (p. 19)</p>	<p>Outras etapas da pesquisa seguem com o intuito de testar a hipótese colocada, sendo apontados os seguintes procedimentos: medir e fazer contas. Ao longo do texto são descritos com mais detalhes esses procedimentos. Como no trecho [10h], que cita a análise quantitativa como aquela que será realizada (dando margem para a suposição de outra análise que não a quantitativa) e algumas condições necessárias para se evitar erros em relação às medidas.</p>	<p>PROCEDIMENTOS / PROCESSOS</p>	
<p>[11h] Para determinarmos a quantidade de movimento de cada segmento do corpo, certas características corporais [...] <u>foram estimadas</u> a partir de um modelo antropométrico com <u>valores médios</u>, obtidos a partir de medidas feitas por meio de imagens radiográficas de uma amostra de pessoas [...] (p. 19-20)</p> <p>[12h] Isso <u>sugere que</u> o movimento da perna esquerda tem como função anular a perturbação introduzida pela perna do chute. (p. 21)</p> <p>[13h] A partir dessa análise, <u>duas características podem ser sugeridas</u> como distintivas do chute de bicicleta perfeito [...] (p. 21)</p> <p>[14h] [...] tem uma <u>pequena variação</u>, que podemos creditar ao erro rotineiramente presente em qualquer medida experimental. (p. 20)</p>	<p>Tanto na descrição dos procedimentos, tomada de dados e medidas realizadas, quanto na descrição dos resultados obtidos, as incertezas estão presentes. Mesmo em uma análise quantitativa as estimativas estão presentes, mostrando que a ciência não é infalível e não apresenta resultados exatos, pois estes sempre estarão atrelados a um erro, seja da medida, do equipamento utilizado, do pesquisador que realizou essa medida, mesmo que se busque a menor variação possível, ela sempre é levada em conta na construção do conhecimento. Por isso, o trecho [13h] aponta que a resposta aos questionamentos iniciais da pesquisa "podem ser", ou seja, é uma suposição com base nos dados obtidos, que podem (ou não) ser reformulados com base em outros estudos.</p>	<p>PROCESSOS / INCERTEZA</p>	
<p>[15h] Qualquer movimento na natureza, de partículas a planetas [...] <u>não podem violar os princípios fundamentais de conservação da física</u>. (p. 21)</p>	<p>Apesar de trazer a presença de leis que dão sustentação aos estudos realizados na ciência, a ideia apresentada nos leva a crer que o conhecimento se encontra pronto e acabado, trazendo a percepção de infalibilidade e ciência acumulativa. Sendo que, se pensarmos no conhecimento transitório, o paradigma vigente faz com que essa afirmação seja verdadeira, até o momento que evidências mostrem que isso pode não ser coerente e que um novo paradigma entre em vigor.</p>	<p>LEIS</p>	



Quadro 9 – Formulário de análise do texto i.

<b>DADOS DO TEXTO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA</b>	
<b>TÍTULO</b>	A Intensa Vida Sexual das Plantas
<b>AUTOR</b>	Carlos Roberto Fonseca
<b>RETRANCA</b>	Biologia
<b>VOLUME</b>	52
<b>Nº</b>	311
<b>MÊS/ANO</b>	jan./fev./2014
<b>PÁGINA</b>	38-42
<b>SOBRE O AUTOR</b>	<p>Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte</p> <p>Carlos Roberto Sorensen Dutra da Fonseca: Doutorado em Ecologia pela Universidade de Oxford e pós-doutorados pela Macquarie University (Australia), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Atualmente é Professor Adjunto IV da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2009-atual) e foi Professor Titular da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (2001-2009). Experiência em interação animal-plantas, mutualismo, insetos sociais, ecologia de comunidade, evolução floral, macroecologia, fragmentação de habitat, espécies exóticas, manejo florestal, extinção de espécies e conservação da biodiversidade. Trabalha com diversos organismos, sobretudo insetos, plantas, anfíbios e mamíferos. Membro do corpo editorial da Biological Conservation, Frontiers in Ecology and the Environment, Neotropical Biology and Conservation e da Natureza &amp; Conservação, além de parecerista de 28 revistas científicas, CNPq, CAPES e FAPESP. Membro do Comitê de Conservação da Association for Tropical Biology and Conservation (ATBC), Membro do Conselho Fiscal da Associação Brasileira de Ciências Ecológicas (ABECO), Membro do Comitê Avaliador da CAPES na área de Biodiversidade e Coordenador Técnico do exercício de revisão das áreas prioritárias do Bioma Caatinga pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). Foi Vice-Coordenador do Curso de Graduação em Ecologia (2013) e Coordenador da Pós-Graduação em Ecologia (2014-2015) da UFRN. Participa de redes de pesquisa internacionais com a Argentina, Uruguai e Alemanha.</p> <p>Fonte: <a href="http://lattes.cnpq.br/2567786500828682">http://lattes.cnpq.br/2567786500828682</a></p> <p>Acesso: 28/03/2017</p>
<b>DISPONÍVEL EM:</b>	<a href="http://assinaturadigital.cienciahoje.org.br/revistas/reduzidas/311/files/assets/basic-html/index.html#1">http://assinaturadigital.cienciahoje.org.br/revistas/reduzidas/311/files/assets/basic-html/index.html#1</a>
<b>ANÁLISE</b>	
<b>RESUMO</b>	

O texto apresenta pesquisas que verificaram que o conceito de seleção sexual, proposto ao reino animal por Darwin, também pode ser aplicado às plantas. Esses estudos vêm apontando como se dá a fecundação das plantas, a mudança de sexo, entre outros fatores.

<b>A chave do enigma</b>	Apresenta algumas dificuldades na explicação de determinados fenômenos através da teoria da seleção natural que puderam ser explicadas pelo conceito da seleção sexual, antes restrito ao reino animal.
<b>Guerra do sexo</b>	Traz informações sobre a competição entre plantas de uma mesma espécie e não apenas de espécies competidoras. Apresenta também o conceito do princípio de Bateman, que ajuda a explicar porque algumas plantas mudam de sexo ao longo da vida.
<b>Disputa entre machos</b>	É explicado com mais detalhes como se dá a disputa entre os machos no sentido da reprodução, da atração de polinizadores e da maior taxa de sucesso de transferência de pólen, que impacta, inclusive no tamanho das pétalas das flores, na sua coloração, entre outros aspectos.
<b>Escolha pelas fêmeas</b>	É explicado que o órgão reprodutor da planta quem “escolhe” o pólen, modificando quimicamente o meio fazendo com que apenas os mais vigorosos permaneçam.
<b>Darwin redimido?</b>	O TDC finaliza sugerindo que, mesmo que Darwin tenha definido o conceito de seleção sexual apenas para os animais, ele parecia já ter ideia que as plantas também poderiam ter o comportamento estudado através do mesmo.

#### CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS A NdC E O TRABALHO CIENTÍFICO

EXCERTO DO TDC	ANÁLISE	PALAVRAS DESTACADAS	PERCEPÇÃO DA CIÊNCIA
[1i] [...] a evolução dessas características é entendida por meio do conceito de seleção sexual, <u>proposto há cerca de 150 anos pelo naturalista Charles Darwin</u> . (p. 38)	Apresenta uma ciência temporal, mas, ao mesmo tempo, pode dar a ideia de linearidade na ciência.	TEMPO	
[2i] <u>Estudos científicos vêm comprovando</u> a intensa atividade sexual dos vegetais e <u>desvendando</u> os mecanismos biológicos envolvidos. (p. 38)	Comprovar e desvendar como uma finalidade do estudo/pesquisa científica.	FINALIDADE DA PESQUISA	
[3i] Esses embates vêm sendo confirmados, mas por muito tempo foram <u>desconhecidos - até pelo maior evolucionista de todos</u> , Charles Darwin (1809-1882) - ou <u>contestados</u> . (p. 39)	No que diz respeito a um conhecimento desconhecido por tanto tempo ou que sofria contestações pelos pares, o excerto traz considerações importantes sobre a NdC. Apresenta que nem todo conhecimento se encontra pronto e acabado, que algo que não se conhecia ou se acreditava ser de outra maneira, através de estudos são verificados e passam a fazer parte de um novo modo de pensar aquele conhecimento na ciência. Porém, ao mesmo tempo, o excerto traz a percepção do cientista como sendo superior, uma vez que o próprio Darwin, não conseguira pensar deste modo. Talvez por não haver a tecnologia necessária ou outros fatores, como obstáculos epistemológicos, que não contribuísem para tal, mas que acaba por ficar subentendido no texto.	CONTROVÉRSIA	

<p>[4i] <u>Pesquisas mais recentes constataram</u> não apenas que a seleção sexual é uma força importante na evolução e diversificação das plantas superiores, mas também que a variedade é essencial para o funcionamento de comunidades vegetais na natureza e para atividades humanas [...] (p. 39)</p> <p>[5i] Darwin <u>reconheceu dois mecanismos</u> de seleção sexual [...] Esses mecanismos <u>foram descritos</u> a partir de comportamentos de disputas, brigas, cantos, danças [...] (p. 40)</p> <p>[6i] <u>Estudos recentes demonstram</u> que o aparelho reprodutor feminino dos vegetais é tudo, menos passivo. (p. 42)</p> <p>[7i] Ao aplicarmos esse princípio aos vegetais, <u>pode-se prever</u> que [...]</p> <p>[8i] O princípio de Bateman <u>ajuda a explicar</u>, por exemplo, por que algumas plantas mudam de sexo ao longo da vida. (p. 41)</p>	<p>O excerto traz a ideia de que um estudo científico constata coisas através da pesquisa, diferentemente do trecho [2i]. Ao trazer os resultados obtidos através da pesquisa, o excerto traz a constatação realizada pelos cientistas em relação a reprodução das plantas, o que nos leva a perceber a ciência como uma forma de estudar fenômenos, verificar e criar modelos e hipóteses que auxiliem na explicação de determinado fenômeno, por exemplo, e não que irá desvendar ou descobrir coisas.</p>	<p>RESULTADOS / IMPLICAÇÕES</p>	
<p>[9i] Ao elaborar <u>sua teoria da evolução</u> por meio da seleção natural, Darwin <u>enfrentou uma grande dificuldade teórica</u>: como explicar que, além de apresentar diferenças em seus aparelhos reprodutivos [...] (p. 39)</p>	<p>O excerto mostra que existem dificuldades no fazer ciência, que podem estar atreladas a diversos fatores: neste caso, na própria teoria que sustenta os argumentos e explicações. Porém, ao mesmo tempo o excerto pode trazer a ideia de precursores na ciência, quando fala da teoria de Darwin.</p>	<p>DIFICULDADES / TEORIA</p>	
<p>[10i] Para Darwin, a seleção natural, por agir de modo semelhante nos dois sexos, <u>não podia explicar</u> a evolução das características sexuais secundárias. (p. 40)</p>	<p>Esse trecho nos faz refletir sobre até que momento determinada teoria consegue explicar um fenômeno e, que em um determinado momento, ela passa a dificultar e impossibilitar essas explicações. Sendo necessários outros conceitos (e talvez até a quebra de um paradigma) para que isso ocorra.</p>	<p>TEORIA / DIFICULDADE</p>	
<p>[11i] O conceito de 'seleção sexual' <u>foi a chave encontrada por Darwin para resolver o enigma</u>. (p. 40)</p>	<p>Apesar de trazer o conceito de seleção natural como uma nova forma de estudar e enxergar a reprodução das espécies, a maneira como isso foi colocado no texto com uma chave que uma porta para soluções e verdades, pode levar o leitor a reforçar a imagem infalível da ciência.</p>	<p>IMPLICAÇÕES</p>	
<p>[12i] [...] <u>embora proposto por Darwin em 1859</u>, no livro <i>A origem das espécies por meio da seleção natural</i>, <u>só seria discutido a fundo por ele em 1871</u>, no livro <i>A origem do homem e a seleção sexual</i>. (p. 40)</p>	<p>Mostra que nada é tão simples e rápido na ciência, que mesmo uma proposta leva tempo para ser aprofundada e até mesmo para ser aceita entre os pares.</p>	<p>TEMPO</p>	
<p>[13i] [...] embora o conceito de seleção sexual <u>tenha sido um avanço extraordinário para a teoria da evolução</u>, ele ficou restrito ao reino animal. <u>Um século se passou</u> até que a biologia conseguisse aplicar o conceito de seleção sexual às plantas. (p. 40)</p>	<p>O excerto aponta que a ciência precisa de tempo para ser construída, que mesmo um conceito desenvolvido nem sempre possui aplicação imediata ou era usado para determinados casos (animais) e para outros não (vegetais). Porém, quando fala de um avanço extraordinário, o TDC pode trazer a ideia de que a ciência é acumulativa e linear.</p>	<p>TEMPO</p>	

<p>[14i] Em 1979, um <u>artigo pioneiro</u> - 'Seleção sexual em plantas' - foi publicado pela <u>ecóloga norte-americana Mary F. Willson</u>, apontando evidências científicas de que tanto a competição entre machos quanto a escolha pelas fêmeas são importantes forças evolutivas também para as plantas [...] (p. 40)</p>	<p>Publicações de artigos como uma característica da construção do conhecimento. Neste caso, o excerto ainda aponta o pioneirismo da publicação realizada por uma mulher, auxiliando na desmistificação do estereótipo masculino ainda presente na visão de alunos e professores (como vimos no levantamento).</p>	<p>PUBLICAÇÃO</p>	
<p>[15i] O trabalho <u>quebrou a visão ingênua</u> de que plantas da mesma espécie colaboram entre si [...] <u>Ao contrário do que se pensava</u>, características sexuais secundárias também são encontradas em plantas. (p. 40)</p> <p>[16i] <u>Acreditava-se que</u> os grãos de pólen mais bem-sucedidos na fertilização seriam os que chegavam primeiro no estigma, mas [...] (p.42)</p>	<p>Os excertos apontam como os novos estudos e teorias possibilitaram verificar coisas que antes não eram possíveis.</p>	<p>QUEBRA DE PARADIGMA</p>	
<p>[17i] [...] <u>mas descobriu-se</u> que quem define o momento da 'largada' da corrida é o órgão feminino. (p. 42)</p>	<p>Uso da palavra descoberta pode reforçar um estereótipo que se afasta de uma visão mais atual da ciência.</p>	<p>IMPLICAÇÕES</p>	
<p>[18i] <u>E estudos confirmaram que</u> grãos com maior taxa de crescimento do tubo polínico geram plântulas com taxa de crescimento também maior. (p. 42)</p>	<p>Uma pesquisa gera dados e resultados que podem ou não constatar ou confirmar determinado fenômeno.</p>	<p>RESULTADOS</p>	
<p>[19i] <u>Técnicas moleculares modernas</u>, como a impressão genética individual (DNA <i>fingerprint</i>), estão <u>ajudando a desvendar</u> esses e outros padrões não aleatórios de paternidade. (p. 42)</p>	<p>O texto coloca algumas implicações/aplicações das novas técnicas. Porém, ao utilizar a palavra "desvendar" pode sugerir uma percepção de ciência mistificada, reforçando certos estereótipos.</p>	<p>TECNOLOGIAS / IMPLICAÇÕES</p>	