



ALEXANDRIA

Revista de Educação em Ciência e Tecnologia

Textos de Divulgação Científica da Revista Ciência Hoje online: Potencial para Discussão de Aspectos da Natureza da Ciência

Popular Science Texts of Ciência Hoje online Magazine: Potential to Discuss Aspects of the Nature of Science

Natália de Paiva Diniz^a; Mikael Frank Rezende Junior^b

^a Faculdade de Ciências, Universidade do Estado de São Paulo, Bauru, Brasil – nataliadiniz@gmail.com

^b Instituto de Física e Química, Universidade Federal de Itajubá, Minas Gerais, Brasil - mikael@unifei.edu.br

Palavras-chave:

Divulgação científica.
Natureza da ciência.
Epistemologia.

Resumo: Este artigo busca identificar características relacionadas à Natureza da Ciência em textos de divulgação científica da revista Ciência Hoje online, a fim de verificar se estes podem ser um potencial recurso na discussão dessa temática no ensino de ciências. Foram selecionados artigos das áreas de química, física e ciências biológicas, no período de janeiro de 2014 a abril de 2016, totalizando nove textos, que foram analisados por meio da Análise Textual Discursiva. Para a análise do corpus, foram adotados como referencial teórico os estudos sobre epistemologia da ciência. 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 apresentarem alguns estereótipos sobre a ciência, os resultados indicam que tais textos podem ser utilizados como recurso didático na abordagem de características da Natureza da Ciência.

Keywords:

Scientific divulgation.
Nature of science.
Epistemology.

Abstract: This article aims to identify characteristics related to the Nature of Science in popular Science texts of Ciência Hoje online journal, in order to verify if these materials can be a potential resource to discussion of this theme in 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. For the analysis of the corpus, the studies on epistemology of science were adopted as theoretical reference. It was possible to identify five dimensions (categories) about the Nature of Science in these texts: theoretical-methodological; motivational; resulting; historical-temporal; and social and collective. Although they present some stereotypes about science, the results indicate that such texts can be used as didactic resources in the approach of this theme.



Esta obra foi licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Introdução

O texto de divulgação científica (TDC) é caracterizado por Zamboni (2001) como um texto que aborda um conteúdo “[...] não estritamente especializado naquele tópico específico daquela subárea de um determinado campo de investigação ou de uma disciplina” (p. 96). Assim, ele abandona muitas vezes o rigor do discurso da ciência aproximando 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).

Na concepção de Zamboni (1997), para se 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), por meio dos diferentes domínios discursivos, neste caso, o discurso científico, jornalístico, didático e cotidiano.

Dessa forma, os TDC possuem traços próprios que estão sujeitos a distorções caso simplifiquem demais o discurso da ciência ao tornarem acessível a linguagem científica ao leitor (ZAMBONI, 1997), já que um de seus objetivos é o envolvimento do leitor, fazendo-o se interessar pelo assunto tratado.

[...] 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).

Como cada discurso reflete a visão de mundo e a intencionalidade de quem o escreve, o discurso da divulgação pode expor um conhecimento sensacionalista, em que prevalece a ideia de uma ciência neutra e mitificada (MOREIRA; MASSARANI, 2002; ROCHA, 2012). Cunha (2009) aponta que,

[...] os professores de Ciência devem estar atentos às percepções de Ciência e Tecnologia que são impostas pela Mídia, pois elas têm constituído uma espécie de “discurso comum ou discurso coletivo” sobre Ciência e Tecnologia, do qual toda sociedade tem compartilhado, especialmente nossos jovens, que, por um motivo ou por outro, não têm feito uma leitura crítica a respeito daquilo que leem ou assistem (CUNHA, 2009, p. 238).

Apesar desses apontamentos, principalmente no que diz respeito a mostrar uma ciência como redentora de todos os problemas da humanidade, diversos autores indicam diferentes benefícios para justificar a divulgação. Além de possibilitar o desenvolvimento de habilidades

de leitura e argumentação, a aprendizagem de conceitos e o acesso a uma maior diversidade de informações e terminologias científicas (MARTINS et al., 2001; ROCHA, 2012), a utilização do TDC em sala de aula, atrelada às estratégias de trabalho dos professores, pode ser capaz de veicular informações sobre a construção da ciência (CARDOSO et al., 2015) e até mesmo proporcionar uma mudança na maneira de enxergar o cientista e seu trabalho (DINIZ; OLIVEIRA, 2014).

Inclusive, pesquisas apontam que esses textos podem ser uma importante ferramenta a ser utilizada em sala de aula a fim de trazer novas informações e possibilidades para o ensino de ciências (MARTINS et al., 2001; OLIVEIRA, 2013; CARDOSO et al., 2015). Mesmo que os conhecimentos ali comunicados não tenham objetivos didáticos e pedagógicos definidos, nem a pretensão de formar especialistas ou aperfeiçoar os profissionais em sua especialidade (GOUVÊA, 2000), os TDC possibilitam que o leitor tenha acesso a informações atualizadas sobre a ciência e a tecnologia, bem como à forma como ela tem sido produzida e não apenas aos resultados da pesquisa (ROCHA, 2012). Nesse sentido, este artigo busca identificar e analisar características relacionadas à Natureza da Ciência (NdC) em TDC da revista *Ciência Hoje* online a fim de analisar seu potencial para a abordagem desses assuntos em sala de aula.

Para isso, optou-se por considerar os estudos de epistemólogos, como Popper, Thomas Kuhn, Lakatos, Feyerabend e Bachelard, sobre a construção do conhecimento científico, uma vez que apresentam pontos de vistas distintos sobre a forma como a ciência é construída em diferentes épocas.

Epistemologia

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 sobre 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 trata do estudo do conhecimento, tendo como objeto de investigação a maneira pela qual o conhecimento é adquirido, aderido ou rejeitado.

Assim, não seria pertinente considerar apenas uma concepção relacionada à NdC, mas diferentes modos de compreendê-la de acordo com a época em que o conhecimento científico

se desenvolvia. Por isso, são colocadas brevemente algumas correntes epistemológicas que discutem as diversas ideias sobre a natureza do conhecimento científico¹:

- **Método empírico-indutivista:** de maneira geral, apresenta a produção do conhecimento de observações neutras do fenômeno, formulação de hipóteses, experimentação, repetição dos experimentos pelos pares (verificação) e o estabelecimento de leis e teorias (CHALMERS, 1993; KÖCHE, 2011). Segundo Borges (1996), era necessária observação sistemática, em que se coletava o maior número de dados a fim de buscar as regularidades do fenômeno investigado. Assim, 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). O método experimental empírico-indutivista seria capaz de “proporcionar uma verdadeira demonstração sobre o que é verdadeiro ou falso” (KÖCHE, 2011, p. 50) por meio da observação e indução.
- **O racionalismo dialético:** confrontando as ideias positivistas e afirmando ser necessário um olhar atento à história da ciência como instrumento de análise epistemológica, Bachelard (1978a) afirma que a complexidade dos fenômenos não contempla métodos absolutos, seja o realismo ou o racionalismo, apresentando constante preocupação com o diálogo entre a experiência e a teoria, em um processo que é realizado por meio de rupturas e superação de obstáculos.

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).

- **Falsificacionismo:** 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 por meio de um sistema de conjecturas audaciosas, verificações e refutações que ele propõe a falsificabilidade como critério para a seleção de teorias. Nouvel (2013) apresenta as três principais implicações que as ideias de Popper causam ao descrever a NdC, sendo essas: o seu caráter refutável, a delimitação entre ciência e não ciência, e o não positivismo na sua descrição.

¹ 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; CHALMERS, 1993; BORGES, 1996; WENNING, 2009; SAITO, 2013).

[...] 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, destaque do autor).

- **Os programas de pesquisa:** Em sua “Metodologia dos Programas de Pesquisa” (LAKATOS, 1979, p. 161), Lakatos afirma que as teorias são constituídas de um núcleo firme, hipóteses e teorias irrefutáveis que sustentam o programa por meio da sua heurística negativa: todas as afirmações do núcleo não podem ser rejeitadas ou modificadas, assim, é a heurística negativa 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, abrangendo novas considerações ao núcleo sem 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 para que um destes se torne oficial. Os programas de pesquisa podem ser considerados progressivos, quando preveem fatos novos e algumas dessas previsões são comprovadas; ele é regressivo ou degenerativo quando não prevê fatos novos, ou, os prevendo, não são confirmados.
- **A ciência normal:** Na estrutura proposta por Kuhn (2013), a ciência normal se desenvolve a partir do paradigma² compartilhado pelos cientistas, que se dedicam a solucionar quebra-cabeças. Nesse 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 suplanta o anterior, sustentando um novo período de ciência normal. Na epistemologia de Kuhn (2013), temos que a NdC se apresenta, de certa forma, como reflexo do trabalho dos cientistas, 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

² 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).

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 sucessoras, pois são incomensuráveis.

- **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 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. 293).

Pensando na epistemologia como uma reflexão em relação à NdC, se faz necessária 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 (BORGES, 1996). 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. Esse enfoque que faz dialogar diferentes concepções epistemológicas pode auxiliar uma percepção mais adequada dos estudantes e da sociedade em relação à NdC.

Percurso metodológico

Esta pesquisa qualitativa é do tipo 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 por meio do movimento constante entre as partes e o todo (MASON, 2006). Dessa forma, buscou-se compreender os TDC de uma forma ampla, verificando as percepções de ciência que eles apresentam a fim de trazer novas compreensões para o conteúdo expresso pelos textos.

Neste trabalho, foram analisados TDC da revista *Ciência Hoje online*, por ser uma revista de grande circulação no meio escolar, disponibilizada parcialmente de forma gratuita

na *internet*, e por apresentar em seus textos menor percentual de erros conceituais, uma vez que grande parte de seus artigos é escrito ou revisado por cientistas (AIRES et al., 2003; GOMES et al. 2007; PEREIRA; TERRAZZAN, 2011).

O site da revista *Ciência Hoje online* possui artigos na íntegra que abordam temas de diversas áreas, como sociologia, antropologia, nutrição, entre outros. De janeiro 2014 a abril de 2016, período no qual esta pesquisa estava sendo realizada, verificou-se um total de 63 artigos disponíveis gratuitamente. Como o foco desta análise são as ciências naturais (química, física e ciências biológicas), realizou-se um filtro do conteúdo segundo a classificação da própria revista, através de sua retranca³. Dessa forma, optou-se por selecionar apenas os textos que possuíam na retranca as palavras química, física e biologia (não foi encontrado o termo “ciências biológicas”), o que totalizou 9 textos, sendo esses:

Tabela 1 - Relação dos TDC da Revista Ciência Hoje online analisados

Código	Retranca	Título	Autores	Página	Ed.	Vol.	Ano
a	Física	Monopolos Magnéticos	ARAUJO, C. I. L.	38-42	335	56	abr./16
b	Física	Luz dos Raios Cósmicos	MAURIZIO, D.	30-33	333	56	jan./16
c	Física	Relatividade Geral	VANZELLA, D.	38-42	332	56	dez./15
d	Química	Fotossíntese	CHALOUB, R. M.	18-23	331	56	nov./15
e	Física	Óptica Quântica e a Luz do Século 20	DAVIDOVICH, L.	16-21	323	54	mar./15
f	Biologia	Biologia Sintética	ROCHA, R. S. KOIDE, T.	32-37	315	53	ago./14
g	Química	Lixo Eletrônico	AFONSO, J. C.	36-40	314	53	jun./14
h	Física	A Física da Bicicleta no Futebol	DUARTE, M.	16-21	313	53	abr./14
i	Biologia Evolutiva	A Intensa Vida Sexual das Plantas	FONSECA, C. R.	38-42	311	52	jan./fev./14

Fonte: os autores.

A metodologia de análise adotada foi a Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2011), que consiste na leitura e unitarização (fragmentação) do texto, a fim de atingir as unidades de significado; o estabelecimento de relações entre os elementos unitários por meio da categorização; e a captação do novo emergente.

³ A própria revista classifica o conteúdo principal que será abordado no artigo inserindo uma marcação no início da página indicando-o, a retranca.

O processo de unitarização propiciou a retirada de pequenos excertos, que foram codificados com uma letra que corresponde ao texto analisado e um número que indica qual a posição do excerto retirado do texto, exemplo: [23b], é o vigésimo terceiro excerto do texto b (Luz dos Raios Cósmicos).

Em cada um desses excertos foi destacado um elemento chave que auxiliou no processo de criação das categorias, produzidas de modo emergente e intuitivo, a partir do *corpus* analisado. Para Moraes e Galiazzi (2011, p. 23) “as categorias constituem os elementos de organização do metatexto que se pretende escrever. É a partir delas que se produzirão as descrições e interpretações que irão compor o exercício de expressar as novas compreensões possibilitadas pela análise”.

A terceira e última etapa da análise, resultou na produção de metatextos que expressassem os sentidos captados nos passos anteriores. De acordo com Moraes (2003), sua estrutura “é construída por meio das categorias e subcategorias resultantes da análise. Os metatextos são constituídos de descrição e interpretação, representando o conjunto um modo de compreensão e teorização dos fenômenos investigados” (p. 202). Eles podem ser mais descritivos, se mantendo próximo ao texto original, ou mais interpretativos, pretendendo atingir uma compreensão mais profunda, como no caso deste artigo, em que o texto original deu origem a uma discussão sobre aspectos da NdC com base nos estudos de epistemologia, já apresentados. Assim, após a fase de unitarização e categorização foi possível construir a estrutura do metatexto de forma que essas novas compreensões fossem comunicadas pelo conteúdo das categorias descritos e apresentados nos resultados.

Resultados

Verificou-se nos textos analisados 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 que influencia a construção do conhecimento científico –, sendo elas: teórico-metodológica, motivacional, resultante, histórico-temporal e social e coletiva.

Apresenta-se a seguir estrutura textual do metatexto, construída por meio das categorias e subcategorias resultantes da análise (apresentadas em tópicos para facilitar a visualização das dimensões), com trechos dos textos que manifestam as características que influenciam a construção do conhecimento, segundo os TDC, bem como uma breve análise de acordo com os estudos de epistemologia:

1. Dimensão teórico-metodológica: agrupa aspectos sobre a maneira como o conhecimento científico é construído, bem como a descrição de processos da pesquisa apresentada, incluindo 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.

1.1 Papel das teorias na elaboração de hipóteses e observação dos fenômenos: essa subcategoria apresenta as teorias como forma de sustentação do trabalho científico. De um modo geral, os TDC apresentam menções às teorias e leis científicas, mostrando que elas influenciam e dão sustentação ao trabalho científico, perspectiva contrária à visão de um método empírico-indutivista, calcado em passos rigorosos e baseado na observação, experimentação e indução de fatos particulares generalizados em “afirmações universais” (CHALMERS, 1993, p. 27). O trecho [33b]⁴, 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)

Além disso, o trecho apresenta que experimentos validaram as hipóteses formuladas a partir da teoria, colocando a experimentação em evidência no fazer ciência. Ressalta-se o fato de que a experimentação não deixa de ser coerente com 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 no “Método Científico Universal” proporciona a percepção de uma ciência rígida e livre de falhas, já que as regras servem para evitar erros e promover a descoberta da verdade. Porém, é possível verificar nos textos analisados que cada pesquisa utiliza caminhos diversos para construir conhecimento, possibilitando a visão de 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 em uma teoria há suporte para a formulação de hipóteses, outras pesquisas partem de uma hipótese inicial que leva à construção de uma teoria científica:

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

[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)

⁴ Codificação utilizada durante o processo de unitarização do texto, em que o número indica qual o excerto retirado do texto (sua posição) e a letra aponta o texto do qual ele foi retirado. Cada excerto apresenta um destaque, que indica na frase o elemento chave que auxiliou no processo de criação das categorias.

Isso pode remeter ainda à 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.

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, o que pode auxiliar na sua humanização perante os estudantes 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. (p.31)

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

Enquanto os trechos [7b] e [15h] apresentam a existência de um corpo de conhecimentos já conhecidos e consolidados ao longo do tempo; fazendo uma alusão ao núcleo de um programa de pesquisa (LAKATOS, 1979) ou um paradigma (KUHN, 2013), que não podem ser modificados ou que, se provados como falsos, podem 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, que pode fortificar estereótipos deformados na ciência (GIL-PÉREZ et al., 2001). Entretanto, se o conhecimento for considerado transitório, sempre em construção, a afirmação de que não há objeto que se mova mais rápido que a luz no vácuo, por exemplo, segundo Popper, pode ser refutada, podendo auxiliar na desmistificação de uma ciência pronta e acabada.

1.2 Procedimento e processos de tomada de dados: fazem parte da construção do conhecimento e estão muito presentes nos TDC, relacionando-se principalmente com a observação e experimentação em laboratório. Porém, os textos proporcionam aos alunos e leitores em geral uma nova visão deste local, que vai além da imagem estereotipada das vidrarias e jalecos brancos, ao descrever os instrumentos e aparatos tecnológicos, por exemplo.

Kuhn (2013), Feyerabend (1977) e Bachelard (1978a) 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 pela qual o conhecimento se constrói. O pluralismo metodológico e a possibilidade de buscar técnicas e instrumentos que

auxiliem os estudos são observados em todos os TDC quando procedimentos e processos de tomada de dados são descritos, possibilitando o contato com algumas das atividades realizadas pelo cientista como: calcular, fotografar, registrar, prever, acessar, estudar, medir, simular, etc.

[4d] Se a clorofila-a for isolada, colocada em um recipiente de vidro e exposta à luz visível ou ao ultravioleta, 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 CO₂ abriu perspectiva do uso da fluorescência para acessar, estudar e entender o âmago das reações fotoquímicas. (p. 23)

[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)

[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)

Como é possível verificar nos excertos destacados, cada TDC apresenta os processos de uma pesquisa específica (experimentação, simulações em computador, cálculos matemáticos, etc.). Dessa forma, quando o professor tiver o interesse de trabalhar questões sobre as diferentes metodologias na construção do conhecimento por meio de TDC na sala de aula, é importante o uso de diferentes textos, que ilustrem as mais variadas pesquisas.

O excerto retirado do texto [c] a seguir, 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 por meio 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 mostra que a observação não é neutra, estando apoiada por teorias e pressupostos que guiarão os pesquisadores (KUHN, 2013).

[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 [...] 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. (p. 41)

Dessa forma, o TDC tem o potencial de levar para a sala de aula informações sobre a dimensão teórico-metodológica da ciência, possibilitando que os estudantes tenham acesso

aos processos de construção de diferentes pesquisas científicas e, conseqüentemente, auxiliando na percepção de uma ciência construída por teorias, hipóteses e limitações, indo além da visão mistificada de um único método rígido.

2. Dimensão motivacional: agrupa possíveis questionamentos da pesquisa, motivações e/ou objetivos do pesquisador para seguir determinado caminho, fazer certas escolhas e não outras, bem como algumas finalidades ou objetivos dos processos científicos, sendo esses intencionais ou não.

2.1 Questionamentos, motivações e finalidades da ciência:

Seja impulsionado pela solução de problemas ou pelos testes das conjecturas audaciosas (POPPER, 1980); seja por buscar articular o próprio paradigma ou pela busca de soluções para as anomalias acumuladas (KUHN, 2013); pela própria curiosidade do cientista (FEYERABEND, 1977) 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] 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 possibilita diferentes visões em relação ao que motivou esses estudos: se olharmos pela perspectiva de Feyerabend, por exemplo, o pesquisador é quem busca aquilo que lhe interessa estudar; já pelas ideias de Kuhn, podemos dizer que o próprio paradigma indica a demanda da comunidade científica. Nesse caso, o autor do texto [a] 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 excerto destacado [9a], fatores subjetivos, como o próprio sentimento do cientista em ser desafiado.

Bachelard já afirmava que “todo conhecimento é resposta a uma pergunta” (1996, p. 18), a um problema ou uma situação que se busca estudar, o que também dificulta a compreensão da racionalidade do fazer ciência (GIL-PÉREZ et al., 2001). Algumas questões também foram expressas nos TDC como motivadoras de pesquisas:

[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)

As questões motivadoras, nas pesquisas apresentadas, estão estritamente ligadas ao fenômeno que se deseja estudar e não necessariamente precisam estar relacionadas à resolução de problemas que beneficiariam de algum modo a sociedade. No caso, as questões motivacionais tanto para o estudo do movimento do chute de bicicleta (texto h) quanto para a construção do observatório (texto b) são internas à própria área de conhecimento, vindo para articular os conceitos dentro do próprio programa de pesquisa (LAKATOS, 1979). O que não pode ser generalizado para outras pesquisas, que podem ser estimuladas por fatores externos, como demandas políticas e sociais 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 acima indica 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 impedem de 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).

Apesar de apresentar essas finalidades – objetivos que movem a pesquisa –, em diversos momentos nos TDC elas estavam relacionadas à ideia de ciência como meio de descobrir a natureza enigmática, fazendo que a percepção de ciência como chave para “descobrir além da verdade” (LISBOA et al., 2015, p. 05) seja fortalecida no imaginário dos estudantes.

[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 se abordam aspectos sobre a produção de ciência e como essas informações podem afetar a percepção dos alunos, as próprias palavras utilizadas devem ser escolhidas cuidadosamente para que não sugiram 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).

Muitos desses momentos aparecem logo no parágrafo introdutório dos TDC, podendo ser caracterizados como um artifício para “fisgar o leitor” (VIEIRA, 2006, p. 12). No caso do texto [b], por exemplo, 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.

[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)

É preciso atentar-se 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 à NdC a perceber o trabalho científico como sendo aquele que desvenda a natureza e busca um conhecimento verdadeiro, pronto e acabado.

De um modo geral, o TDC possibilita o contato dos estudantes com as motivações da ciência e do cientista, sendo elas influenciadas por 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. No caso dos textos analisados, pode-se verificar que os aspectos externos que influenciam a construção do conhecimento (como a política, a economia, as demandas sociais etc.) não foram mencionados, o que não quer dizer que eles não existam em artigos de divulgação – pois já foram identificados por Oliveira e Gontijo (2015) –, apenas que nas pesquisas

descritas nos TDC analisados eles podem ter pouca influência na tomada de decisões ou não foram mencionados pelos pesquisadores.

3. Dimensão resultante: agrupa os resultados dos processos científicos mostrando que esses impactam nas ações dos cientistas e também possibilitam implicações na ciência e na sociedade, como aplicações do conhecimento em produtos.

3.1 Resultados da pesquisa e suas implicações/aplicações:

Foram destacados na dimensão teórico-metodológica (já apresentada) processos pelos quais as pesquisas abordadas nos TDC passaram. Já neste momento, são destacados os resultados e as informações que esses procedimentos forneceram, bem como as implicações desses estudos para a própria ciência ou para a sociedade. Essas informações proporcionam ao leitor uma visão geral da construção das pesquisas, que vai desde as motivações, os procedimentos e equipamentos utilizados no processo de coleta de dados, aos resultados obtidos e suas aplicações.

O excerto a seguir traz parte do discurso de Cherenkov ao receber o prêmio Nobel, em que 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 (2013) alerta para o fato de 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 é adequado 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.

[6i] Estudos recentes demonstram que o aparelho reprodutor feminino dos vegetais é tudo, menos passivo. (p. 42)

[8i] O princípio de Bateman ajuda a explicar, por exemplo, por que algumas plantas mudam de sexo ao longo da vida. (p. 41)

A maneira como as colocações foram realizadas no texto [i] pode levar o leitor a perceber a ciência como uma forma de estudar fenômenos – explicar, verificar, formular

modelos e hipóteses – auxiliando na explicação do seu funcionamento, por exemplo; diferente da ideia das descobertas e invenções, ligadas ao método empírico-indutivista, segundo Gil-Pérez et al. (2001). 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. 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 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. 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 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 científica ou pela sociedade. Isso pode auxiliar na percepção das influências internas e externas na construção do conhecimento e no próprio trabalho do cientista, caracterizando o lado humano desse profissional.

Outro trecho que apresenta implicações dos resultados de uma pesquisa para o estudo de outros fenômenos na ciência é o destacado a seguir. Por meio 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 km², 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 do texto de divulgação coloca que os resultados indicam a existência de uma pequena probabilidade dessa possível origem dos buracos negros, ou seja, não se pode afirmar com base nos dados obtidos. Isso porque os conceitos, as metodologias e os 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 os trechos a seguir, que apresentam o impacto da teoria da relatividade na maneira como o universo era percebido, trazendo novas hipóteses e possibilidades para a explicação dos fenômenos.

[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)

[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)

Isso pode auxiliar na percepção da complexidade da construção do conhecimento científico que sempre se (re)organiza, num processo de transição e conflitos entre conceitos que não se encontram acabados, o que condiz com as ideias de Bachelard (1996) e Kuhn (2013) sobre as descontinuidades e rupturas na construção desse conhecimento.

Já os excertos a seguir apresentam o impacto das pesquisas para a sociedade, seja na aplicação para o desenvolvimento de dispositivos ou, até mesmo, na formulação de leis para minimizar problemas ambientais.

[29a] [...] são passos importantes para o futuro desenvolvimento e aplicação de dispositivos magnetrônicos, em substituição aos usados na eletrônica convencional. (p. 42)

[4g] Uma resposta à geração acelerada de lixo eletrônico são as leis, surgidas em países desenvolvidos, que responsabilizam os fabricantes pelos produtos até o fim de sua vida útil. (p. 40)

[39e] Além de trazer uma nova visão da física quântica, associada ao conceito de informação, essa área de pesquisa tem a perspectiva de aplicações de grande impacto na criptografia e na computação quântica. (p. 21)

[40e] [...] gerando aplicações que, como o *laser*, poderão ter considerável impacto no nosso cotidiano. (p. 21)

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). Porém, feito de uma maneira isolada, em que se reforça e destaca apenas questões relacionadas à utilidade da ciência, essa ação pode reforçar a visão de uma ciência utilitarista 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).

Além de apresentar as metodologias das pesquisas, os TDC se mostram com o potencial de divulgar os resultados como consequência da construção da ciência que podem suscitar diversas implicações para os estudos. A forma como esses resultados são colocados pelos TDC possibilitam ao estudante uma percepção de ciência que se aproxima das ideias mais aceitas sobre a NdC (MCCOMAS et al., 1998; GIL-PÉREZ et al., 2001), contribuindo para a concepção 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.

4. Dimensão histórico-temporal: 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.

4.1 Aspectos culturais e temporais na construção do conhecimento: essa subcategoria indica a ciência como um processo de construção complexo, histórico e cultural, que leva tempo para se estabelecer como corpo de conhecimento e ser aceita entre os pares. Essa visão de ciência transitória, que se modifica através do tempo, foi detectada já nos trabalhos de Bachelard (1996), Kuhn (2013) e Feyerabend (1977), 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 a seguir 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)

O texto [i] traz a ideia de 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 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 [...] (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. Já o excerto a seguir 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 levar a interpretá-lo como algo que se afastaria das ideias mais adequadas

em relação à NdC (GIL-PÉREZ et al., 2001), por talvez induzir à percepção de uma ciência que busca verdades por meio da acumulação de conceitos infalíveis.

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 são apresentados nas passagens a seguir:

[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)

4.2 Presença de controvérsias científicas e quebra do paradigma: esta subcategoria mostra o período de convivência entre teorias, o momento em que elas causam divergências na explicação de um fenômeno, possivelmente chegando à quebra do paradigma vigente, indicando mais uma vez que o conhecimento não se encontra pronto e acabado.

A partir do momento em que a ciência é compreendida como um empreendimento histórico, percebe-se 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 (KUHN, 2013). Essas controvérsias fazem parte da construção do conhecimento e quando omitidas podem 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, essa característica. 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 tornara inconsistente com o novo paradigma da relatividade introduzido por Einstein em 1905. (p. 39)

[18c] [...] a teoria da relatividade geral dava resultados muito parecidos com os da gravitação de Newton quando os campos gravitacionais eram fracos. 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 segundo fragmento destacado do texto [c] informa sobre um período de convivência entre as duas teorias, em que os resultados (cálculos) gerados por ambas eram muito parecidos em algumas situações, mas não em outras. Enquanto o terceiro excerto 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.

Quando se admite a presença de controvérsias na ciência, também se admite a transição do conhecimento, pois, em determinado momento, um daqueles paradigmas prevalecerá em relação ao outro, orientando os estudos realizados a partir de então. Ressalta-se que ao falar sobre os paradigmas estão sendo referidas algumas características básicas que guiam a comunidade científica – ou são guiados por ela –, com base na epistemologia Kuhniana, dentre elas: as crenças, valores, técnicas, o conjunto de teorias ou disciplinas que sustentam essa matriz, os símbolos e instrumentos compartilhados e a própria visão de mundo do cientista guiada por essas características.

Esses atributos não estão sendo colocados para delimitar a complexidade do termo paradigma, mas sim para auxiliar na compreensão das discussões realizadas nos TDC, principalmente no que diz respeito à ruptura entre paradigmas.

[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 dois primeiros excertos do texto [e] 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 (terceiro excerto) é que foi possível explicar o que ocorria. Desse modo, a observação e experimentação como partes da construção do conhecimento, fornecendo subsídios para a formulação de hipóteses e teorias, sendo essas *uma das* formas de se fazer ciência. Entretanto, a maneira como uma informação é colocada no TDC pode reforçar imagens deformadas da ciência (GIL-PÉREZ et al., 2011) para quem a recebe.

[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 forma 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 (MCCOMAS et al., 1998; GIL-PÉREZ et al., 2001), e já indicada por Kuhn (2013), 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 adéqua às leis e teorias científicas, mas são essas últimas que buscam estudar, explicar e deduzir os fenômenos naturais (KUHN, 2013).

Portanto, o TDC tem o potencial de possibilitar em sala de aula discussões sobre a dimensão histórico-temporal da construção do conhecimento, principalmente ao abordar as controvérsias científicas e a transitoriedade do conhecimento. Isso pode proporcionar uma visão ampla e diferenciada da NdC principalmente ao trazer aspectos da ciência do passado, das produções atuais e da forma como elas influenciam a sociedade.

5. Dimensão social e coletiva: 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 em prêmios e as *publicações científicas*, como características presentes no fazer ciência.

5.1 As relações na ciência: enfatizam 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 e a menção em prêmios, apresentando a dinâmica do trabalho científico.

Fragmentos dos TDC, como os listados a seguir, 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. Possibilitam 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 [...] (p. 35)

[19f] No Laboratório de Biologia Sistêmica de Microrganismos da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (USP) [...] (p. 36)

[20f] Metodologias desenvolvidas em 2010 por pesquisadores do Instituto Craig Venter, nos Estados Unidos [...] (p. 37)

[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)

[31e] [...] pelo físico norte-americano Theodore Maiman (1927-2007), pesquisador do laboratório Hughes, em Malibu, na Califórnia. (p. 18)

Diversos excertos enfatizam a pesquisa nacional, creditando a pesquisa e os pesquisadores brasileiros, o que também pode ser identificado no excerto a seguir.

[1d] [...] vários laboratórios no mundo – inclusive no Brasil – podem estudar, em tempo real, as diferentes etapas do processo fotossintético que [...] (p. 19)

Esse trecho 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 inspirar os demais estudos.

A influência de outras ideias em um trabalho ainda em construção pode ser vista nos excertos a seguir, em que é colocada a consideração de um 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 [...] (p. 40)

Além disso, o segundo excerto traz a informação de que as considerações de Minkowski não foram percebidas por Einstein como algo que pudesse corroborar seus estudos, talvez houvessem 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.

Os trechos a seguir 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] Os ciclos de padronização-simulação-validação compõem a grande inovação que a biologia sintética proporciona para a engenharia de sistemas biológicos e envolvem a colaboração entre profissionais de diferentes campos, como biologia, agronomia, medicina [...] (p.34)

Mesmo não trazendo uma noção mais explícita em relação à coletividade na ciência, o excerto a seguir 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 –, e auxiliando na desmistificação da imagem individualista e elitista na ciência.

[28b] Em 1934, ele e o físico Sergey Vavilov (1891-1951) – mais tarde, seu orientador de doutorado – observaram uma luz azulada sair de uma garrafa de água [...] (p. 32)

Desse modo, também é possível apontar que o cientista está inserido dentro de um campo de conhecimento (seja um programa de pesquisa ou um paradigma), em que aquilo que ele estuda está diretamente vinculado ao seu orientador, ao paradigma vigente (KUHN, 2013).

5.2 Publicações científicas: importantes para a divulgação do trabalho, das hipóteses e dos resultados das pesquisas. Conferem credibilidade e visibilidade ao pesquisador, além de impactarem direta ou indiretamente a sociedade, reforçando a não neutralidade da ciência.

As publicações científicas 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 a seguir 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, sugerindo uma natureza dual para a luz [...] (p. 18)

[22e] [...] foi de fato realizado pelo físico britânico Paul Dirac (1902-1984), em 1927, 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)

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)

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.

[14i] Em 1979, um artigo pioneiro - 'Seleção sexual em plantas' - foi publicado pela ecóloga norte-americana Mary F. Willson [...] (p. 40)

Isso reforça 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.

Através desta dimensão, pode-se afirmar que o TDC tem o potencial de desmitificar a ideia de uma ciência individualista e elitista, em que a atividade do cientista se restringe apenas a experimentos, uma vez que se verifica a presença de uma comunidade científica, de parceria entre pesquisadores e centros de pesquisa e de uma outra face do trabalho do cientista, a produção escrita.

Considerações

De um modo geral, verificou-se que os TDC analisados apresentam características sobre a NdC que podem contribuir para uma visão mais contextualizada do processo de construção do conhecimento científico nos estudantes, pois possibilitam 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.

Identificou-se nos textos analisados que a forma como algumas dessas características foram apresentadas pode reforçar certos estereótipos sobre a NdC e sobre o trabalho científico, principalmente no que diz respeito aos *questionamentos, motivações e finalidades*

da ciência, por trazer 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 sua infalibilidade e elitização. Acredita-se que isso se dá pelo fato dos pesquisadores autores dos textos e/ou editores/revisores da revista darem ênfase aos produtos obtidos por meio da pesquisa, possivelmente para dar credibilidade ao cientista ou tornar a leitura mais interessante. Isso se relaciona com a própria intencionalidade das revistas de Divulgação Científica e com os interesses dos próprios leitores, que garantem certa previsibilidade em relação à forma de exposição do conteúdo, à seleção dos assuntos publicados e ao estilo assumido pelo jornalista e/ou cientista ao expor os dados.

Entretanto, considerando as informações contidas nesses textos de uma maneira mais ampla, verifica-se que apresentam aspectos contextualizados de forma a auxiliar na desmistificação dessas visões deformadas (GIL-PÉREZ et al., 2001), por se aproximarem das ideias consideradas mais adequadas sobre a NdC, como: a ciência construção de conhecimento; estudo de fenômenos; tradição cultural e histórica; conhecimento transitório; embasada em teorias e hipóteses; reconhecimento da não existência de um método único; não neutralidade da ciência; presença da comunidade científica; consideração de fatores humanos na construção do conhecimento; cientista visto como uma pessoa comum (MCCOMAS et al., 1998; GIL-PÉREZ et al., 2001).

A coexistência dessas diversas características nos TDC, inclusive quando apresentam visões distorcidas sobre a ciência, são relevantes no sentido de possibilitar a argumentação de alunos e professores sob diferentes pontos vista, uma vez que uma única visão de ciência não é suficiente para abranger as diversas formas pelas quais 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. Inclusive, Bachelard expressa a importância de se conhecer e trabalhar essas diversas ideias, relacionando ao que ele havia chamado de “perfil epistemológico” (BACHELARD, 1984b, p. 24), 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). Fazendo uma analogia com a NdC, uma visão única com relação a ela também pode ser incompleta.

Os resultados aqui descritos apontam para as potencialidades didáticas do texto da revista *Ciência Hoje Online* no que se refere às discussões que ele pode possibilitar em sala de aula ao apresentar diferentes características relacionadas à NdC, favorecendo aos estudantes uma leitura e discussão mais contextualizada sobre a ciência e o seu funcionamento. Ressalta-se que tais aspectos nem sempre se encontram de maneira explícita

nos TDC uma vez que eles não buscam descrever ou evidenciar essas características e sim veicular informações científicas, com linguagem própria, tornando o conhecimento científico acessível para toda a população. Essa é uma das razões pela 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 o TDC não está livre de estereótipos, o professor precisa de uma atenção especial ao selecionar o texto a ser trabalhado em sala de aula, realizando uma leitura prévia, buscando identificar e discutir as colocações que corroborem para uma visão deformada da ciência com mais cuidado.

Os resultados aqui descritos acabam sendo limitados aos textos analisados na revista *Ciência Hoje online*, que tratam de temas específicos das ciências da natureza, mais precisamente das áreas 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).

Desse modo, ressalta-se que trabalhos que busquem identificar e analisar características da NdC em textos e materiais de DC, verificando suas potencialidades para o ensino de ciências, são importantes não apenas para auxiliar os professores na busca por recursos alternativos para o ensino; mas também no sentido de mostrar que mesmo sendo um material midiático – que apresenta a linguagem da divulgação e atributos que buscam chamar a atenção do leitor – os TDC apresentam características que podem contribuir para uma visão mais contextualizada da produção do conhecimento científico.

Referências

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.

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.

BIZZO, N. *Ciências: fácil ou difícil?* 2ª ed., Ática: 2002.

BORGES, R. M. R. *Em debate: científicidade e educação em ciências*. Porto Alegre: SE/CECIRS, 1996.

CARDOSO, D.; NORONHA A.; WATANABE, G. GURGEL, I. Texto jornalístico sobre Ciência : uma análise do discurso sobre a Natureza da Ciência. *ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 8, n. 3, p. 229–251, 2015.

CHALMERS, A. F. *O que é ciência afinal?* Tradução de Raul Filker. Brasiliense, 1993.

COLTRO, A. A Fenomenologia: um enfoque metodológico para além da modernidade. *Caderno de Pesquisas em Administração*, v. 1, n. 11, p. 37–46, 2000.

CUNHA, M. B. *A percepção de ciência e tecnologia dos estudantes de ensino médio e a divulgação científica*. 2009. 364 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, 2009.

CUPANI, A. A objetividade científica como problema filosófico. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, Florianópolis, n. 06 (número especial), p. 18-29, jun. 1989.

DINIZ, N. P.; OLIVEIRA, J. R. S. Concepções de estudantes sobre cientistas: (re)construções a partir da leitura de um texto de divulgação científica. In: XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA. *Atas...*, Ouro Preto, MG, 2014.

FEYERABEND, P. *Contra o Método*. Traduzido por Octanny S. da Mota e Leonidas Hegenberg. Rio de Janeiro: Francisco Alves S.A., 1977.

FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e Natureza da Ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 28, n. 1, p. 27–59, 2011.

GIANELLA, A. E. La relación de la epistemología en la ciência. *Revista de Filosofía y Teoría Política*, n. 26-27, p. 261-266, 1986.

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, 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.

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.

HODSON, D. Is there a scientific method? *Education in Chemistry*, n.19, p.112-116, 1982.

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.

KUHN, T. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. 12ª ed., São Paulo: Perspectiva, 2013.

LAKATOS, I. Uma Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. (Org.). *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.

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.

MASON, J. Mixing methods in a qualitatively driven way. *Qualitative Research*, v. 6, n. 1, p. 9-25, 2006.

MARTINS, I.; CASSAB, M.; ROCHA, M. B. Análise do processo de re-elaboração discursiva de um Texto de Divulgação Científica para um texto didático. In: III ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. *Atas...*, Atibaia, SP, 2001.

MCCOMAS, W.; ALMAZROA, H.; CLOUGH, M. *The nature of science in science education: an introduction* *Science & Education*, 1998.

MORAES, R. Uma Tempestade de Luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, São Paulo, v.9, n.2, p. 191–211, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. *Análise textual discursiva*. 2. ed. Ijuí, RS: Unijuí, 2011.

MOREIRA, F.; MASSARANI, L. Aspectos Históricos da Divulgação Científica no Brasil. In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C.; BRITO, F. (Ed.). *Ciência e Público*. 1. ed. Rio de Janeiro: Casa da Ciência – Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002, p. 43–64.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciência: para onde

vamos? *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 1, n. 1, p. 20–39, 1996.

NOUVEL, P. *Filosofia das Ciências*. Tradução de Rodolfo Eduardo Scachett; Vanina Carrara Sigrist. Campinas, São Paulo: Papirus, 2013.

OLIVEIRA, J. R. S. A dinâmica da ciência em artigos de divulgação científica da revista Pesquisa FAPESP. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. *Atas...*, Águas de Lindóia, 2013.

OLIVEIRA, J. R. S.; GONTIJO, G. B. *Nos bastidores da ciência: conhecendo o trabalho do cientista*. Araraquara: Letraria, 2015. 50p.

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.

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.; FRANCISCO, A.; CACHAPUZ, C.; GIL-PÉREZ, D. Problema, teoria e observação em ciência : para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. p. 127–145, 2002.

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.

ROCHA, M. B. Contribuições dos textos de divulgação científica para o ensino de Ciências na perspectiva dos professores. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 14, n. 1, p. 132–150, 2012.

SAITO, F. “Continuidade” e “Descontinuidade”: o processo da construção do conhecimento científico na história da ciência. *Revista da FAEBA – Educação e Contemporaneidade*, Salvador, v. 22, n. 39, p. 183-194, jan./jun. 2013.

VIEIRA, C. L. *Pequeno manual de divulgação científica: dicas para cientistas e divulgadores da ciência*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje, 2006.

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.

ZAMBONI, L. M. S. *Cientistas, jornalistas e a divulgação científica: subjetividade e heterogeneidade no discurso da divulgação científica*. Campinas: Autores Associados, 2001. 167 p.

SOBRE OS AUTORES

NATÁLIA DE PAIVA DINIZ. Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Universidade Estadual Paulista (UNESP-Bauru). Mestre em Educação em

Ciências pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Licenciada em Química pela UNIFEI. Técnica em Química pelo Colégio Técnico de Lorena da Universidade de São Paulo (USP). Professora da educação básica na rede pública estadual.

MIKAEL FRANK REZENDE JUNIOR. Doutor em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Educação pela UFSC. Licenciado em Física pela UFSC. Professor Associado da Universidade Federal de Itajubá e Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da UNIFEI.

Recebido: 16 de julho de 2018.

Revisado: 05 de fevereiro de 2019.

Aceito: 11 de abril de 2019.