

LAURA DARIF TURRA

**A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA EM LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DA  
NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS: FORMAS DE CIRCULAÇÃO E  
IMPLICAÇÕES PARA A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Licenciatura em Química da  
Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS),  
como requisito para obtenção do título de  
licenciada.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 23/02/2023

BANCA EXAMINADORA

*Claudia Almeida Fioresi*

Prof<sup>a</sup>. Dra. Claudia Almeida Fioresi  
(Orientadora)

*Jackson Cacciamani*

Prof. Dr. Jackson Luis Martins Cacciamani  
(Avaliador)

*Raquel R. Bertoldo*

Prof<sup>a</sup>. Dra. Raquel Roberta Bertoldo  
(Avaliador)

## **A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA EM LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS: FORMAS DE CIRCULAÇÃO E IMPLICAÇÕES PARA A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**

*Scientific Communication in Nature Science and its Technologies Textbooks: Forms of Circulation and Implications for Science Education*

**Laura Darif Turra** [lauraturra123@gmail.com]

*Curso de Licenciatura em Química, Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS  
Avenida Edmundo Gaievski, 1000, Rodovia BR 182, Realeza, PR, Brasil*

**Claudia Almeida Fioresi** [claudia.fioresi@uffs.edu.br]

*Curso de Licenciatura em Química, Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS  
Avenida Edmundo Gaievski, 1000, Rodovia BR 182, Realeza, PR, Brasil  
Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática, PPGECM, Universidade  
Estadual do Oeste do Paraná, Unioeste  
Rua Universitária, 2069, Jd. Universitário, Cascavel, PR, Brasil*

### **Resumo**

A Divulgação Científica (DC) se materializa na sociedade através de textos, que em sua maioria, estão disponíveis na rede. Neste trabalho, destacamos a inserção de textos de divulgação científica (TDC) em livros didáticos (LDs) de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, nas sete coleções aprovadas no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2021. Apresentamos uma caracterização geral da inserção de TDC, buscando analisar as fontes citadas, a forma de inserção e a relação entre a versão citada e o texto original. Além disso, realizamos um recorte de análise para o tema radioatividade, evidenciando as potencialidades do uso da DC na Educação em Ciências, de modo a estabelecer relação com os conceitos da radioatividade encontrados nos capítulos dos LDs. O trabalho também contempla uma comparação da entrada de TDC no tema radioatividade nos LDs de Química (PNLD 2018) com o atual PNLD (2021) nos LDs de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, agora com a nova condição de produção da Base Nacional Comum Curricular. Na caracterização geral, observamos uma grande quantidade e diversidade de inserções de textos ao longo das sete coleções. No tema radioatividade, a maioria das inserções contemplaram assuntos similares, como acidentes radioativos ou aplicações da radioatividade. Na comparação entre os dois PNLD as irregularidades se sobrepõem às similaridades, sendo que, o atual PNLD contemplou um número de inserções significativamente menor e menos variado de TDC. Assim, observamos que a nova configuração dos LDs modificou sobremaneira a disposição dos conceitos influenciando também na entrada da DC. Deste modo, consideramos relevante a análise e discussão deste tipo para traçar e propor caminhos, para discussão desta forma de circulação do conhecimento na sala de aula.

**Palavras-Chave:** Divulgação Científica; Livros Didáticos; Educação em Ciências; Radioatividade.

### **Abstract**

Scientific Communication (SC) materializes in society through texts, which are available on the network. In this work, we highlight the insertion of scientific communication texts (SCT) in of Natural Sciences and Their Technologies textbooks, in the seven collections approved in the National Textbook Program 2021. We present a general characterization of the insertion of SCT, seeking to analyze the cited sources, the form of insertion and the relationship between the cited version and the original text. Besides, we carried out an analysis of the radioactivity theme, highlighting the potential of using SC in Science Education, to establish a relationship with the concepts of radioactivity found in the chapters of the textbooks. The work also includes a comparison of the entry of SCT in the radioactivity theme in the Chemistry textbooks (National Textbook Program 2018) with the current National Textbook Program (2021) in the Natural Sciences and their Technologies textbooks, now with the new production condition of the National Common Curricular Base. In the general characterization, we observed a great amount and diversity of text insertions throughout the seven collections. On the topic of radioactivity, most of the insertions contemplated similar subjects, such as

radioactive accidents or radioactivity applications. In the comparison between the two National Textbook Program, the irregularities overlap the similarities, and the current National Textbook Program included a smaller number of insertions and less variety of SCT. Thus, we observed that the new configuration of the textbooks modified the layout of the concepts, also influencing the entry of SC. In this way, relevant the analysis and discussion of this type to trace and propose paths, for discussion of this form of circulation of knowledge in the classroom.

**Keywords:** Scientific Communication; Textbooks; Science Education; Radioactivity.

## INTRODUÇÃO

O conhecimento científico circula na sociedade se materializando a partir de textos que podem assumir diferentes estruturas. Uma das formas de circulação seria por meio da Divulgação Científica (DC). Neste trabalho, compreendemos e consideramos a DC como uma textualização da ciência (Silva, 2010) e deste modo, os textos de divulgação científica (TDC) se configuram como uma maneira de materializar essa forma de textualização e transformam-se em um modo de propagação do conhecimento científico chegando ao alcance da população em geral. Tais textos se localizam principalmente em meios digitais e podem ser encontrados em jornais, revistas, sites eletrônicos, sites institucionais e páginas de redes sociais, por exemplo. Silva (2010) destaca em sua obra:

*“Também em livros didáticos é extremamente comum, hoje, encontramos textos ou trechos de textos que temos chamado de “divulgação científica”. O que se chama “divulgação científica” também aparece em avaliações oficiais como o ENEM. E, para não nos restringirmos aos textos escritos, difícil encontrar uma escola em que nunca se exibiu um documentário do Discovery Channel, ou aquele do Al Gore sobre o aquecimento global (Silva, 2010, p. 27)”.*

*“O principal objetivo da Divulgação Científica (DC) é garantir o acesso da população aos conhecimentos científicos e tecnológicos” (Souza e Rocha, 2020, p. 98). A escola, normalmente, é o ambiente que proporciona o primeiro contato com a ciência e a tecnologia, e um dos instrumentos bastante utilizado pelos professores nesse momento é o livro didático (LD). De acordo com Fioresi (2020, p. 22), é relevante destacar a pesquisa de DC em livros didáticos (LDs) pois “[...] são o principal instrumento de leitura, fonte de atividades e organização do conhecimento escolar nas escolas brasileiras.”*

A análise da entrada de TDC em LDs já foi realizada por alguns autores, investigando os LDs do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2018. Souza e Rocha (2020), em seu trabalho, olharam para os LDs de Biologia e caracterizaram as entradas dos TDC de forma mais abrangente e geral. Fioresi (2020) realizou análise de entrada de TDC em LDs de Química, de forma mais aprofundada, olhando para o tema da radioatividade. De acordo com Fioresi (2020) é relevante investigar a DC no tema radioatividade visto que:

*“[...] a radioatividade está entre os conceitos do conhecimento científico pouco conhecidos ou considerados complexos para compreensão. As opiniões a seu respeito são, muitas vezes, apresentadas sem o conhecimento científico adequado e facilmente há avaliações errôneas sobre o tema, tendo essa desinformação raízes na formação básica (Fioresi, 2020, p. 24)”.*

Neste trabalho, buscamos investigar a textualização e a circulação da DC no tema radioatividade, no atual PNLD (2021), comparando-o com o antigo, já desenvolvido no trabalho de Fioresi (2020). Nos questionamos sobre como são abordados os conceitos nos capítulos que estes textos de DC estão inseridos e buscamos analisar se esses textos contribuem para o estudo dos conceitos ou se estão apenas completando a diagramação dos LDs.

As novas coleções de LDs possuem diferenças estruturais notáveis em relação ao PNLD de 2018, sendo também, um material novo e pouco explorado até o atual momento. A nova condição de produção dos LDs, que é a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), influenciou a forma de disposição dos conteúdos e por isso é relevante investigá-los. Desta forma, levantamos o seguinte problema de pesquisa: como se materializam as textualizações de DC inseridas nos LDs do PNLD 2021, de forma comparativa com os LDs anteriores?

Objetivamos investigar como a textualização da DC está inserida em livros didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias configurados de acordo com a nova BNCC, especialmente no tema da Radioatividade. Verificando como ocorre a circulação dos TDC, como o tema da Radioatividade se insere, comparar as regularidades e diferenças entre as formas de entrada da DC nas coleções do PNLD 2018 com as coleções aprovadas no PNLD 2021. E por fim, analisar a relação do texto de DC com os conceitos de Radioatividade abordados nas unidades/capítulos dos livros didáticos de Ciências da Natureza e suas tecnologias.

## **DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: ALGUNS ASPECTOS E A SUA IMPORTÂNCIA NA ESCOLA**

A busca por uma designação para o termo DC não possui um consenso e está “[...] *longe de designar um tipo específico de texto, está relacionado à forma como o conhecimento científico é produzido, como ele é formulado e como ele circula numa sociedade como a nossa*” (Silva, 2006, p. 53). Tampouco podemos dizer que a DC é recente e decorre dos avanços tecnológicos, visto que, ela já era empregada em meados do século XVIII, porém os veículos de divulgação eram outros. Aqui cabe ressaltar que:

*“As práticas de Divulgação Científica (DC) têm alterado a forma com que a sociedade acessa informações sobre ciência, tecnologia e inovação (C&T). Novas ferramentas de comunicação têm contribuído para ampliar a dinamicidade da circulação de informações desta natureza, ao passo que o desenvolvimento tecnológico promoveu novas formas de interação na comunicação, que se estenderam para a DC (Lima & Giordan, 2017, p. 83)”.*

A DC garante que as pessoas, que não são especialistas, tenham acesso a conteúdos científicos, certifica que assuntos de ciência e tecnologia ganhem circulação, pois “*embora a atividade científica, ao longo dos séculos, se profissionalize, se institucionalize, ganhando uma certa autonomia em relação a outras atividades sociais, econômicas e culturais, ela se dá, e sempre se deu, dentro da sociedade, e esta autonomia é apenas relativa*” (Silva, 2006, p. 55-56).

Nem sempre a DC foi compreendida como uma forma de produzir conhecimento científico, esta já foi entendida como uma mera simplificação e/ou tradução da ciência. De acordo com Lima e Giordan (2021) a DC é:

*“[...] uma prática que se materializa por meio de gêneros discursivos e tem como referente a cultura científica. No que tange aos contextos de produção, há a necessidade de evidenciar os propósitos da DC: genericamente, a DC busca estabelecer interações entre a cultura científica e a sociedade por meio da abordagem de aspectos conceituais, metodológicos, históricos, filosóficos ou sociais da ciência, da tecnologia e suas histórias (Lima & Giordan, 2021, p. 388)”.*

Os autores ainda destacam a importância da comunicação e da existência de algum aspecto para ser divulgado, afirmando que sem comunicação não temos um referente e sem a cultura científica dotada de estrutura, não existe DC (Lima & Giordan, 2021).

Fioresi e Silva (2022) defendem a sua compreensão de DC através de aspectos relacionados a textualização e circulação do conhecimento científico e estreitam uma relação entre Ciência Popular e DC a partir de Fleck (2010) pressupondo que:

*“[...] os trânsitos (movimentos) que fazem as ideias circularem entre os interlocutores, sempre é mediada por alguma forma textual. No caso da ciência popular, temos um amplo conjunto de formas de textualização do conhecimento científico com características gerais semelhantes ao que habitualmente se compreende como DC, principalmente no que diz respeito ao direcionamento deste texto que, em ambos os casos, incluem o público leigo, ou seja, os não especialistas e sua relação com os diversos conhecimentos (Fioresi & Silva, 2022, p. 7)”.*

As definições para o termo DC são abundantes, e cada autor defende o seu ponto de vista. Um assunto que está sendo muito discutido é a relação entre a DC e a Educação em Ciências. Os autores Lima e Giordan (2017) discutem sobre a assincronia da DC, visto que, na maioria das vezes se trata de um texto pronto que chega no interlocutor depois de publicado e que não permite uma interação, e por causa desse

fator, alguns espaços seriam mais adequados para fomentar a discussão da DC. Deste modo os autores entendem que:

*“[...] a escola é um espaço privilegiado para investigar os desdobramentos permitidos pelas relações dialógicas presentes na interação social, uma vez que permite a disputa de perspectivas entre sujeitos com diferentes experiências e horizontes sociais. Além disso, a escola ocupa um espaço de interlocução capaz de endereçar réplicas importantes para sua participação nos processos de comunicação científica (Lima & Giordan, 2017, p. 92)”.*

Martins e Damasceno (2002) analisando LDs afirmam que não há a necessidade de se aprofundar em uma análise para perceber que *“um grande número de textos didáticos de ciências já vem incluindo, no corpo principal dos seus capítulos, uma variedade de gêneros de textos retirados de fontes como, por exemplo, jornais de grande circulação, revistas de divulgação, histórias em quadrinhos, materiais de campanhas de saúde, etc”* (Martins & Damasceno, 2002, p. 1). Não há dúvidas quanto ao benefício da utilização da DC em sala de aula. Partindo desse pressuposto, pode-se sugerir: *“acesso a uma maior diversidade, e até divergência de informações; o desenvolvimento de habilidades de leitura e; o domínio de conceitos, de formas de argumentação e de elementos da terminologia científica”* (Martins, Cassab & Rocha, 2011, s.p.).

Se analisarmos documentos como os os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, há uma nota reforçando a importância da utilização de diferentes materiais, citando, inclusive, a DC em seu conteúdo:

*“Também é importante e necessária a diversificação de materiais ou recursos didáticos: dos livros didáticos aos vídeos e filmes, uso do computador, jornais, revistas, livros de divulgação e ficção científica e diferentes formas de literatura, manuais técnicos, assim como peças teatrais e música dão maior abrangência ao conhecimento, possibilitam a integração de diferentes saberes, motivam, instigam e favorecem o debate sobre assuntos do mundo contemporâneo (Brasil, 2002, p. 109)”.*

É imprescindível a importância da DC, não somente no que diz respeito a conteúdos específicos do ensino de Ciências, mas também, para incentivar o hábito da leitura e da pesquisa.

## **OS DIFERENTES CONTEXTOS DE PRODUÇÃO DOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA**

*“A indiscutível importância do livro didático no cenário da educação pode ser compreendida em termos históricos, através da relação entre este material educativo e as práticas constitutivas da escola e do ensino escolar”* (Martins, 2006, p. 118). Mortimer (1988) aborda em seu trabalho toda uma trajetória e história dos LDs de Química. Os resgates presentes na sua pesquisa são desde 1930, desta data até 1960, os livros se apresentavam bem homogêneos, isso porque, todos seguiam fielmente programas oficiais. De acordo com o autor, *“os livros didáticos caracterizavam-se como compêndios de química geral”* (Mortimer, 1988, p. 25). Esses compêndios eram compostos por alguns trechos de química geral e outros de química descritiva, o autor também destacou a ausência de exercícios e a predominância, quase que por completo, de uma abordagem qualitativa.

Já na década de 70, o autor observa o oposto das décadas passadas, os LDs deixam de ser homogêneos, mas, passam a ser mais resumidos. O autor retrata e responsabiliza o caráter tecnicista do ensino naquele momento da história. Em 1980 os livros começam a ser atualizados com novos conceitos e teorias, neste momento, acontece um período de adversidade, surgem *“dificuldade em abandonar teorias e conceitos ultrapassados, o exemplo mais notável é o da teoria dos tipos moleculares, que permanece em vários livros do século XX, quando havia caído em desuso no próprio século XIX”* (Mortimer, 1988, p. 26).

A análise de Mortimer (1988) abrange o período de 1930 a 1980 e fornece algumas características dos LDs e do ensino na época. Em uma análise um pouco mais recente, Martins (2006) aborda as mudanças que aconteceram nos LDs:

*“No caso do ensino de Ciências, os poucos manuais que continham exclusivamente informações identificadas com a ciência de referência cederam lugar aos numerosos livros atuais, nos quais mesclam-se textos culturais (notícias de jornal,*

*histórias em quadrinhos etc.), exercícios propostos e resolvidos, sugestões de atividades para alunos e professores (Martins, 2006, p. 124)”.*

O LD não pode ser considerado como um mero texto escolar adaptado de textos científicos, ele simboliza muito mais que isso e *“nesse sentido, ele representa uma instância articuladora de diferentes vozes e horizontes sociais e conceituais, constituindo e materializando o discurso científico-escolar, ou o discurso sobre ciência na escola”* (Martins, 2006, p. 125).

No ano de 1937, surge um programa de distribuição de LDs aos estudantes da rede de ensino público, hoje conhecido como PNLD, voltado para o ensino infantil. A partir da criação do PNLD surgiram vários decretos, criando o Instituto Nacional do Livro, a Comissão Nacional do Livro Didático (CNLD), esta que estabeleceu a primeira política de controle de produção dos LDs, e assim, a consolidação de uma legislação a respeito das condições de produção, importação e utilização do LD, e a partir dela o professor passou a ter o direito de participar do processo de escolha do LD.

Foi apenas em 2003, através de uma resolução que foi instaurado o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM). A distribuição dos LDs foi sucessiva, começando em 2005 pelos exemplares de matemática e língua portuguesa, apenas para o 1º ano e somente em algumas regiões do país. Em 2007, 2008 e 2009, sucessivamente, houve a distribuição integral dos LDs de biologia, química e física.

Atualmente podemos citar a BNCC como outra política pública que influencia na forma dos LDs. A primeira versão da BNCC foi homologada em 2015, logo em sequência, em 2016, já foi apresentada a segunda versão. A terceira e atual versão, sendo ela, a primeira que contempla as etapas de ensino (infantil, fundamental e médio), foi homologada apenas em 2018, tratando-se de:

*“[...] um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE) (Brasil, 2018a, p. 7)”.*

Esse novo documento da BNCC possui listas de competências e habilidades. Estas podem ser gerais, ou seja, para toda a Educação Básica, e/ou específicas, para cada área do conhecimento, cabendo ao aluno desenvolvê-las e adquiridas durante seu percurso escolar. No documento da base temos uma definição de competência *“como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho”* (Brasil, 2018b, p. 8). Mas, *“a centralidade da noção de competências no currículo, especialmente porque justificada e proposta pela via unidimensional do mercado, produz uma “formação administrada”, ao reforçar a possibilidade de uma educação de caráter instrumental e sujeita ao controle”* (Silva, 2018, p. 11).

Tendo em vista o termo competência, a autora acima afirma que este *“reproduz em outras bases os limites postos pelo currículo disciplinar e sequencial, pois não realiza a inversão necessária, ou seja, não permite o aprendizado e o exercício da reflexão com a profundidade que a formação cultural exige”* (Silva, 2018, p. 12). *“Assim, a BNCC, ao enfatizar as “habilidades”, as “competências”, os “procedimentos” e a “formação de atitudes”, e não destacar os conteúdos, o trabalho educativo e o ensinar, remete a uma perspectiva que visa adaptar os alunos ao mercado de trabalho”* (Branco & Zanatta, 2021, p. 64).

Branco e Zanatta (2021) comentam sobre a descaracterização das áreas, esta que decorre da proposta da nova BNCC, os autores afirmam que:

*“[...] alteram o planejamento curricular, visando reprodução do viés empresarial por incorporação dos elementos que se localizam, principalmente pela reorganização curricular e pela exclusão dos conteúdos de cada disciplina ou até mesmo pela sua descaracterização, em que os substituem por objetivos de aprendizagens, competências e habilidades, tal como apresenta a BNCC (Branco & Zanatta, 2021, p. 60).”*

A nova BNCC influenciou e alterou a produção dos LDs. Na área das Ciências, no ensino médio, os LDs eram específicos para cada uma das áreas (química, física e biologia) e agora fazem parte de uma

grande área chamada Ciências da Natureza e Suas Tecnologias. De acordo com o novo PNLD, cada coleção de LD passou a ter 6 livros e estes são utilizados ao longo de todo o ensino médio.

## METODOLOGIA

Em um primeiro momento, buscamos caracterizar a entrada de todos os TDC encontrados nas sete coleções de LDs aprovadas no PNLD 2021, de modo a não olhar para um tema específico, e para isso utilizamos como dispositivo analítico e como mecanismo de busca elementos predeterminados e utilizados por Fioresi (2020), desta maneira:

*“[...] buscamos analisar o que acontece com o texto propriamente dito quando o mesmo é inserido no LD. Quais os principais assuntos abordados nestes textos, qual a sua forma de entrada e a alocação no LD, ou seja, se o mesmo está inserido em boxes, exercícios, quadros, imagens, etc. e ainda quais as fontes dos mesmos (Fioresi, 2020, p. 155)”.*

Desta forma, conseguimos caracterizar e obter dados gerais em relação aos TDC, sendo possível organizá-los de acordo com a fonte citada (revista, jornal, livro, blog, site eletrônico e site institucional), com a forma da citação (na íntegra, com adaptações ou na forma de trechos do original) e também, na forma de inserção desse TDC no LD (boxe, quadro, exercícios, figuras, vídeos, inserções durante o capítulo, na abertura e fechamento do capítulo).

Cabe ressaltar que cada uma dessas sete coleções, que sofreram mudanças significativas em sua organização devido a BNCC atual, passaram a ser compostas por seis LDs de Ciências da Natureza a Suas Tecnologias, formados pelos conteúdos de química, física e biologia, e utilizados durante os três anos do ensino médio. De modo a buscar uma melhor organização e sistematização, cada coleção recebeu a atribuição de uma sigla (CLD), que significa coleção de livro didático, seguida de um número, para ser citada e referenciada ao longo dessa pesquisa. A Tabela 1 representa essa sistematização e apresenta algumas informações acerca de cada coleção.

**Tabela 1** - Coleções de LDs analisadas e sistematização adotada.

<b>Título da Coleção</b>	<b>Sigla da Coleção</b>	<b>Autores da Coleção</b>
Ser Protagonista	CLD1	Ana Fukui, Ana Luiza P. Nery; Elisa Garcia Carvalho, João Batista Aguiar, Rodrigo Marchiori Liegel, Vera Lucia Mitiko Aoki, André Zamboni, Lia Monguilhott Bezerra
Ciências da Natureza	CLD2	Sônia Lopes e Sérgio Rosso
Multiversos	CLD3	Leandro Godoy, Rosana Maria Dell Agnolo e Wolney C. Melo
Conexões	CLD4	Miguel Thompson, Eloci Peres Rios, Walter Spinelli, Hugo Reis, Blaidi Sant'Anna, Vera Lúcia Duarte de Novais e Murilo Tissoni Antunes
Moderna Plus	CLD5	José Mariano Amabis, Gilberto Rodrigues Martho, Nicolau Gilberto Ferraro, Paulo Cesar Martins Penteado, Carlos Magno A. Torres, Júlio Soares, Eduardo Leite do Canto e Laura Celloto Canto Leite
Matéria, Energia e Vida	CLD6	Eduardo Mortimer, Andréa Horta, Alfredo Mateus, Arjuna Panzera, Esdras Garcia, Marcos Pimenta, Danusa Munford, Luiz Franco e Santer Matos
Diálogo	CLD7	Kelly Cristina dos Santos, Éverton Amigoni Chinellato, Rafael Aguiar da Silva, Marissa Kimura, Ana Carolina N. dos Santos

Título da Coleção	Sigla da Coleção	Autores da Coleção
		Ferraro, André Luis Delvas Fróes, Marcela Yaemi Ogo e Vanessa S. Michelin

Fonte: as autoras, 2022.

Para que seja possível realizar um aprofundamento na pesquisa, optamos por efetuar um recorte dentro desta caracterização inicial, para isso, selecionamos um tema e utilizamos como metodologia de análise de dados a Análise de Conteúdo (AC) proposta por Bardin (2016). Para a autora, a AC se configura como *“um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo de mensagens”* (Bardin, 2016, p. 44) e ainda fala sobre a finalidade da análise, que pode ser implícita ou explícita e tem como intenção *“a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção (ou, eventualmente, de recepção), inferência esta que recorre a indicadores (quantitativos ou não)”* (Bardin, 2016, p. 44).

A metodologia de AC, dispõe de três etapas: 1º pré-análise; 2º exploração do material e 3º tratamento dos resultados, inferência e interpretação. A fase da pré-análise se configura como uma fase inicial de organização (Bardin, 2016). A exploração do material, que é a fase da análise propriamente dita que *“consiste essencialmente em operações de codificação, decomposição ou enumeração”* (Bardin, 2016, p. 131). Na terceira etapa é realizada a interpretação dos dados, em que o pesquisador retoma o referencial teórico, visando embasar e dar sentido a suas interpretações.

A partir dessa metodologia foram criados os indicadores de análise para estabelecer as devidas recorrências. Abaixo pode ser observada a Tabela contendo as categorias, subcategorias e suas respectivas unidades de análise referentes aos TDC no tema radioatividade inseridos nos LDs.

**Tabela 2** - Organização das categorias e subcategorias de análise.

Categoria	Subcategorias	Nº de unidades de análises
1. Acidentes radioativos	1.1 O desastre envolvendo o Césio 137 em Goiânia	03
	1.2 Vazamentos na usina de Fukushima	01
2. Alimentos e radiação	2.1 Irradiação de alimentos	02
	2.2 Alimentos cuja radiação está presente de forma natural	01
3. Tecnologias que fazem o uso da radioatividade	3.1 Medicina Nuclear e suas aplicações	01
	3.2 Métodos de datação	02
4. História da Ciência e Radioatividade	-	03
5. Sugestões de leitura e pesquisa	-	07

Fonte: as autoras, 2022.

Ao todo, foram encontrados 22 TDC no tema radioatividade, ao longo das sete coleções de LDs aprovadas no PNLD 2021. Porém, houve a necessidade de excluir dois destes TDC para realizar a análise. Os TDC excluídos na análise podem ser observados no Quadro 1, são eles: TDC 6 e 10. O TDC6 foi retirado de nossa análise pois ele entra no boxe “Espaço de Aprendizagem”, e sugere uma visita ao site trazendo a seguinte descrição “para conhecer os processos de preparação de materiais radioativos e os prováveis rumos da ciência nuclear, realize uma visita virtual ao Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, localizado em Campinas (SP). Este laboratório possui o mais moderno acelerador de partículas da América do Sul” (CLD3). Esta referência faz parte do que chamamos de DC, porém, o link não nos direciona para um texto ou uma página específica do laboratório e sim, para a página inicial, sugerindo de fato que fosse uma exploração/visita ao laboratório, e deste modo, não faz o perfil dessa análise. Por último, o TDC10, proveniente de um jornal com conteúdo pago, o qual limita nosso acesso ao conteúdo e devido a isso, acabou por não somar as nossas unidades de análise.

As categorias (1 a 4) foram criadas levando em consideração um tema mais amplo que foi contemplado por estes textos e destes surgiram as subcategorias que direcionaram, de forma mais específica, o tema/conteúdo da radioatividade abordado nos textos de DC. As unidades de análise são os próprios textos e, deste modo, correspondem à quantidade de TDC que aborda tal tema/conteúdo. A categoria 5 é resultante dos TDC que foram inseridos como sugestão de pesquisa/leitura nos LDs.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Caracterização dos TDC em LDs de Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Através do dispositivo analítico utilizado para a caracterização geral da entrada de TDC nos LDs de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, chegamos a um total de 566 inserções de DC, nas sete coleções de LDs aprovados no PNLD de 2021. Cabe ressaltar, que nessa totalidade não estão incluídas as DC que entraram nos LDs como sugestões de leitura. Na Figura 1, podemos observar a relação dessa totalidade de TDC com as fontes citadas.

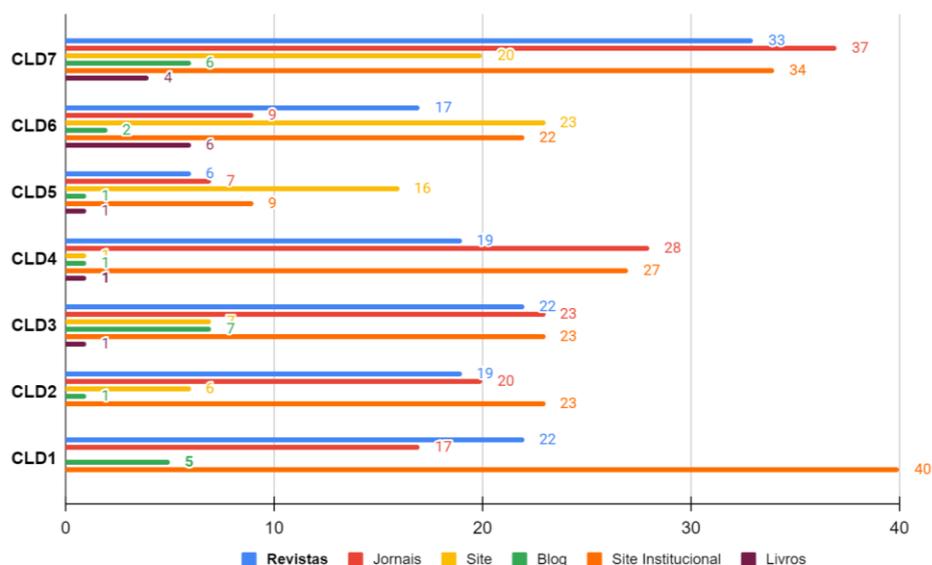


Figura 1 - Gráfico da relação da quantidade de TDC com as fontes citadas nos LDs.

De maneira geral, podemos destacar a grande utilização de referências de sites institucionais, principalmente na CLD1. Aqui cabe enfatizar, que nesta categoria consideramos sites de instituições como universidades e sites governamentais, por exemplo. Houve também uma grande utilização de fontes provenientes de jornais (Folha de S. Paulo e BBC News Brasil), e de revistas (Ciência Hoje e Pesquisa Fapesp). Aqui podemos citar a CLD7 (134 TDC no total), os textos provenientes de fontes de revistas e jornais representam mais de 50% dessa totalidade.

A utilização de livros, apesar de ser pouco recorrente, também aconteceu. Podemos destacar a CLD6 e citar livros de DC referenciados nos seus LDs como por exemplo: “Dos raios X aos quarks: físicos modernos e suas descobertas” e “A colher que desaparece – E outras histórias reais de loucura, amor e morte a partir dos elementos químicos”, estes entraram como um trecho do original dentro de um LD. E até mesmo, inserções que entraram como sugestão de leitura, e por conta disso, não estão contabilizadas no gráfico acima: “O quark e o jaguar: aventuras no simples e no complexo” e o “O Mágico dos Quarks: a física de partículas ao alcance de todos”.

Podemos buscar entender a baixa utilização de referências provenientes de livros de DC, para isso, deve-se levar em consideração que nem todos os livros estão disponíveis na rede, diferentemente das demais fontes (revistas, jornais, sites e blogs) que são todas encontradas facilmente com uma pesquisa na internet. Outro fator importante que é relatado por Strack, Loguércio e Del Pino (2009) em sua pesquisa acerca da utilização de livros de DC em sala de aula, resultante de entrevistas com professores é de que estes justificaram que “já utilizam os livros nas aulas em que o “tempo” permite” (Strack, Loguércio & Del Pino, 2009, p. 440).

Na Figura 2 observamos a relação entre o texto original e a forma de citação nos LDs. Consideramos citações na íntegra as inserções que não sofreram quaisquer mudanças da fonte original para o LD, já os trechos do original também não sofreram alterações, porém, representam apenas uma parte da notícia. As adaptações são aquelas onde o autor do livro adicionou contribuições e/ou alterações em relação ao texto original.

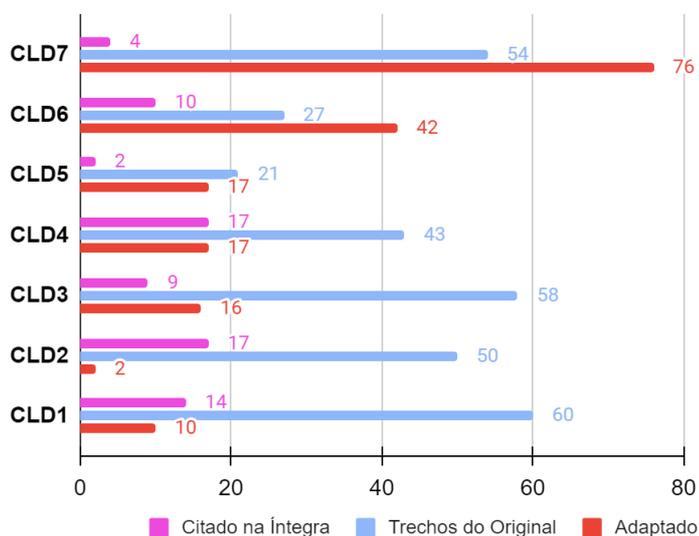


Figura 2 - Gráfico que relaciona a forma de citação dos TDC nos LDs.

Jacomini, Zeferino e Fiorese (2021, p. 8), relatam em seu trabalho, que a preferência dos autores por utilizar trechos do original, se dá devido a diagramação e espaço dos LDs. Podemos utilizar a mesma justificativa para a utilização de adaptações. A utilização na íntegra, que também se destaca em algumas coleções (CLD1, CLD2 e CLD4) quando comparada a outras (CLD5 e CLD7) pode ser questionada quando apresentado o argumento da diagramação, mas com base na nossa análise, a utilização de texto na íntegra foi realmente muito baixa, essas citações na íntegra são provenientes de figuras, ou seja, algumas coleções utilizaram em seus LDs infográficos, gráficos e esquemas, retirados de uma fonte de DC e transpostos para o LD sem alteração alguma.

A CLD7 e seus 76 TDC adaptados também possuem uma explicação. Esta coleção, além de ser a que mais apresentou TDC, dispõe de uma forma incomum de inserção, esta a qual consideramos como uma adaptação. Aproximadamente 50 destas adaptações aconteceram neste formato, que ocorre no seguinte método: um quadro destaque no LD contendo o título da notícia, em letras grandes, logo abaixo encontra-se, em alguns casos, o lide (pequena descrição acerca do conteúdo da notícia) e a referência e link para acesso a notícia de forma externa. No quadro 1 temos um exemplo dessa modalidade de inserção, acerca do tema radioatividade, e na Figura 3, logo abaixo, podemos visualizá-lo.



**Figura 3** - Exemplo de TDC adaptada (título + lide + link) disponível na CLD7, LD vol. 4, p. 108.

Outros autores, analisando a inserção de DC em LDs de Ciências argumentaram que a adaptação “pode revelar uma tentativa de tornar o texto didático mais homogêneo do ponto de vista da variedade de formas de apresentação de ideias visto que, de modo geral, o texto de divulgação tende a ser mais argumentativo e o texto didático mais descritivo” (Martins & Damasceno, 2002, p. 4). O exemplo acima é puramente descritivo e pouco informativo, para que se tenha uma compreensão acerca do que aconteceu no acidente radioativo seria necessário acessar a matéria pelo link.

Na Figura 4 observamos a relação dos TDC com a forma de inserção nos LDs.



**Figura 4** - Gráfico da relação dos TDC com a forma de inserção nos LDs.

Na figura 4 fica evidente a presença e recorrência da DC em exercícios, podemos destacar a CLD7 e a CLD3. Quanto a isso, Fiorese (2020) fez uma observação em seu trabalho:

*“Além disso, a forma do texto de DC como enunciado de exercício é uma prática escolar já comum e popularizada por provas de vestibulares e avaliações como o ENEM. Este fator é relevante dado o grande número de textos de DC que se materializaram no LD por meio de exercícios e questões (Fiorese, 2020, p. 158).”*

Outra forma de inserção bastante utilizada nas coleções foi através de quadros e aqui podemos destacar a CLD1, CLD2 e a CLD7. Outro formato, que inclusive precisou da criação de uma nova categoria

durante a nossa análise foram as “inserções durante o capítulo”, estas que aconteceram principalmente na CLD6 se encontravam durante o capítulo em um tópico qualquer ou então, numa categoria intitulada “Atividade” que de acordo com os autores da coleção é uma seção que apresenta propostas de investigações ou projetos.

### Circulação da DC em LDs de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no tema Radioatividade

No quadro abaixo podemos visualizar a relação da circulação da DC no tema da radioatividade. Foram 22 inserções e destas, 8 são sugestões de leitura e 14 se apresentaram nas coleções como textos (íntegra, adaptados ou trechos do original).

**Quadro 1** - Circulação da textualização da DC no tema Radioatividade nos LDs do PNLD 2021.

Codificação	Título do texto	Tema/Assunto do Texto	Como aparece no LD	Relação entre a forma do texto no LD e sua versão original citada	Referência	Sugestão de leitura?
<b>CLD1 - Sem DC no tema Radioatividade.</b>						
<b>CLD2 - LD Vol. 1</b>						
TDC1	Cientistas mulheres tiveram papel fundamental na descoberta de elementos químicos	História da Ciência: Descoberta de elementos radioativos	Quadro de sugestões “Fique por dentro”	Adaptado como sugestão	Conselho Federal de Química - site institucional	Sim
<b>CLD2 - LD Vol. 2</b>						
TDC2	Chernobyl: A história completa	Acidentes radioativos	“Fique por dentro” Quadro de sugestões	Adaptado como sugestão	YouTube (Ciência todo dia) - sítio eletrônico	Sim
TDC3	Césio 137 em Goiânia: a cronologia do maior desastre radioativo do Brasil	Acidentes radioativos	“Fique por dentro” Quadro de sugestões	Adaptado como sugestão	YouTube (BBC News Brasil) - sítio eletrônico	Sim
<b>CLD3 - LD Vol. 6</b>						
TDC4	Sabia que a banana é naturalmente radioativa?	Alimentos e radiação	Abertura de unidade	Trecho do original	IPEN - site institucional	Não
TDC5	Tecnologia de alimentos - Irradiação	Alimentos e radiação	Abertura de capítulo	Trecho do original	Embrapa - site institucional	Não
TDC6	Laboratório Nacional de Luz Síncrotron	Preparo de materiais radioativos	Boxe “Espaços de aprendizagem”	Adaptado como sugestão	Site institucional	Sim
TDC7	Carbono -14 não é único método de datação	Datação	Exercício	Adaptado	Revista Com Ciência	Não
<b>CLD4 - LD Vol. 3</b>						

TDC8	Trinta anos depois do acidente em Goiânia, vítimas do Césio ainda sofrem	Acidentes radioativos	Boxe em fechamento de capítulo	Adaptado como sugestão	Jornal Folha de S.Paulo	Sim
TDC9	O desastre de Chernobyl.	Acidentes radioativos	Boxe em fechamento de capítulo	Adaptado como sugestão	Produção: Discovery Channel, 2006. Sítio eletrônico	Sim
<b>CLD5 - LD Vol. 4</b>						
TDC10	30 anos após o desastre de Chernobyl, a vida selvagem está florescendo em um deserto radioativo	Acidentes radioativos	Exercício	Trecho do original	Jornal The Telegraph	Não
<b>CLD6 - LD Vol. 4</b>						
TDC11	Dos raios X aos quarks (1)	História da Ciência: Física Nuclear	Quadro “Um pouco de História”	Trecho do original	Livro: Dos raios X aos quarks. Editora da UnB	Não
TDC12	Dos raios X aos quarks (2)	História da Ciência: Física Nuclear	Quadro	Trecho do original	Livro: Dos raios X aos quarks. Editora da UnB	Não
TDC13	O quark e o jaguar: aventuras no simples e no complexo	História da Ciência: Física Nuclear	Quadro	Trecho do original	Livro: O quark e o jaguar: aventuras no simples e no complexo. Editora Rocco	Não
TDC14	Cartilha Radioterapia INCA	Medicina Nuclear	Inserção durante o capítulo	Trechos do original	Instituto Nacional de Câncer - site institucional	Não
TDC15	Entramos na Usina Nuclear de Angra	Usinas Nucleares	Fechamento de capítulo “Para saber +”	Adaptado como sugestão	Youtube (Manual do Mundo) - sítio eletrônico	Sim
TDC16	A importância da Medicina Nuclear	Medicina Nuclear	Fechamento de capítulo “Para saber +”	Adaptado como sugestão	Youtube (Drauzio Varella) - sítio eletrônico	Sim

CLD7 - LD Vol. 4						
TDC17	Alimentos recebem doses de radiação para aumentar prazo de validade.	Alimentos e radiação	Quadro	Trecho da original	Jornal Gazeta do Povo	Não
TDC18	Césio 137: o mais grave acidente radioativo do Brasil completa 30 anos	Acidentes radioativos	Quadro	Adaptado (título seguido de link).	Jornal G1 Globo	Não
TDC19	Japão eleva gravidade de vazamento radioativo em Fukushima	Acidentes radioativos	Quadro “para saber mais...”	Adaptado	Jornal BBC News Brasil	Não
TDC20	Maior acidente radiológico do mundo completa 25 anos nesta semana	Acidentes radioativos	Quadro “para saber mais...”	Adaptado	Jornal G1 Globo	Não
TDC21	Césio 30 anos: série do G1 Goiás reconta o maior acidente radiológico do mundo	Acidentes radioativos	Abertura de capítulo	Trecho do original	Jornal G1 Globo	Não
CLD7 - LD Vol. 5						
TDC22	Cientistas encontram crânio de ancestral humano que viveu há 4 milhões de anos	Datação	Quadro	Trecho do original	Jornal Folha de S.Paulo	Não

Fonte: as autoras, 2022.

### Análise dos TDC no tema Radioatividade

A análise ocorreu esmiuçando cada categoria, de modo a identificar e discutir cada unidade de análise de cada subcategoria. Nos casos onde o TDC entra como um trecho do original, será estabelecido a relação daquele texto com os conceitos abordados dentro daquela unidade e/ou capítulo.

#### Categoria 1 - Acidentes radioativos

Essa categoria contemplou os TDC sobre acidentes radioativos que aconteceram e marcaram a história, sendo ela, a categoria mais recorrente nos LDs analisados. A seguir, discutimos cada uma de suas 2 subcategorias, expondo alguns exemplos das unidades de análise encontradas nos LDs.

##### Subcategoria 1.1 - O desastre envolvendo o Césio 137 em Goiânia

Nessa subcategoria os TDC falaram sobre o acidente radioativo que aconteceu em Goiânia, e compreendem 3 unidades de análise, sendo eles: TDC18 e TDC20 que foram inseridos com adaptações e TDC21 que é adicionado ao LD como um trecho do original.

Analisando os TDC podemos citar pontos abordados em comum. Um deles é o que podemos chamar de "encantamento", que foi o gatilho para que o desastre se tornasse tão grande e afetasse tantas pessoas. Alguns trechos podem ser observados a seguir:

*“Neste local, a cápsula foi aberta e, à noite, Devair constatou que o material tinha um brilho azul intenso e levou o material para dentro de casa (TDC20)”.*

*“O equipamento foi vendido a Devair Alves Ferreira, dono de um ferro-velho, localizado no Setor Aeroporto. Seis dias depois, seu irmão, Ivo Alves Ferreira, viu a pedra que brilhava à noite e, encantado, levou fragmentos para casa (TDC21)”.*

Neste caso, o encantamento decorreu da falta de conhecimento e informação, o “desconhecido” que causou uma grande tragédia. Esse sempre será um tema que despertará interesse em sala de aula e pode ser articulado aos conceitos da radioatividade. Outro ponto que surge desta subcategoria são as “consequências para as vítimas”, neste caso, todos os TDC trouxeram pelo menos alguma informação. Abaixo podemos observar alguns trechos:

*“A substância radioativa se espalhou pela cidade e ocasionou quatro mortes, além de deixar mais de mil pessoas afetadas pela radiação [...] (TDC18)”.*

*“[...] quatro dessas pessoas morreram enquanto se tratavam. A primeira foi Leide das Neves Ferreira, de 6 anos, garota que se tornou o símbolo dessa tragédia (TDC20)”.*

*“Foram registradas oficialmente quatro mortes causadas pelo céσιο-137. A primeira delas foi a filha do Ivo Alves Ferreira, a menina Leide das Neves Ferreira, de 6 anos, que morreu em 23 de outubro de 1987, e se tornou um símbolo da tragédia. (TDC21)”.*

Esses TDC realizam um resgate histórico do caso e em sua maioria, enfatizam as mortes, principalmente a morte de uma criança, onde há um apelo evidente. Acabam por esquecer de falar outros aspectos e consequências que decorreram do acidente com o céσιο 137. Alguns destes TDC abordaram “casos de justiça e/ou falta dela”, como por exemplo, punições aos envolvidos e tentativas de reparações às vítimas. Um exemplo pode ser observado no seguinte trecho:

*“Em 1996, os médicos Carlos Bezerril, Criseide Dourado e Orlando Teixeira, responsáveis pela clínica desativada, além do físico Flamarion Goulart, que prestava consultoria para o IGR, foram condenados por homicídio culposo das quatro vítimas, quando não há intenção de matar. O dono do prédio, Amaurillo Monteiro, também foi condenado, mas depois conseguiu a suspensão da pena. Em 1998, todas as penas foram extintas, por um indulto presidencial (TDC21).”*

O desfecho do caso é relevante. Quando se leva uma notícia de um caso de grande repercussão como esse para o contexto de sala de aula, além da abordagem histórica e da relação com os conteúdos específicos, é necessário que os alunos sejam informados quanto às penalidades sofridas pelos responsáveis e como o Estado buscou amenizar o desastre para as vítimas, envolvendo uma discussão social sobre o fato ocorrido.

Por último, outro aspecto importante, que não foi tratado nos TDC, e acreditamos que poderia ter sido explorado é o caso do “lixo radioativo” levando em consideração que nenhum dos TDC citados falou a respeito das consequências desse lixo para o meio ambiente e também não houve informações a respeito de como é feito o descarte/armazenamento seguro desse material.

Assim, o TDC20 foi o único que apresentou um trecho inserido dentro do LD, este pertence a CLD7 e ao LD “Energia e sociedade: Uma reflexão Necessária” podendo ser observado abaixo:

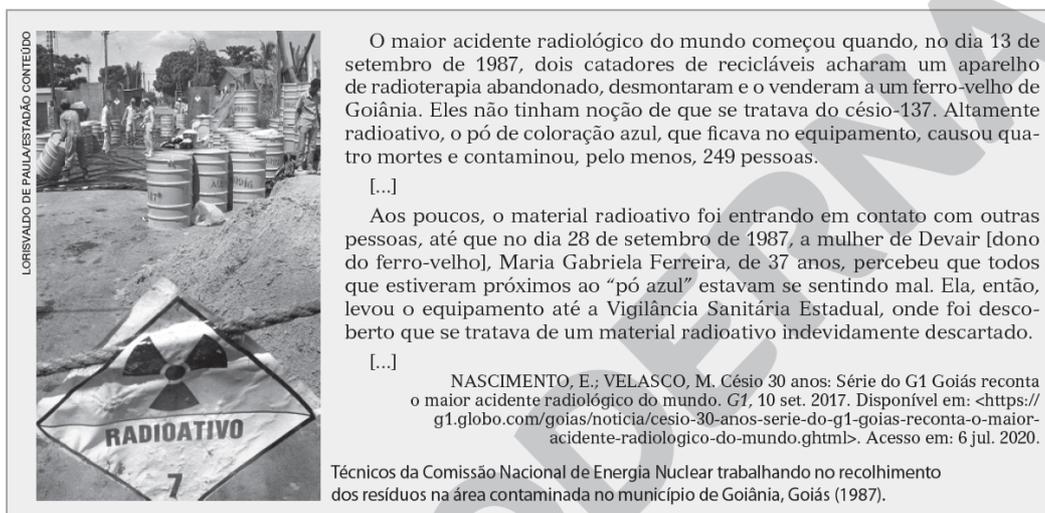


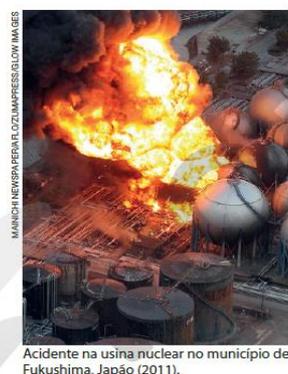
Figura 5 - Trechos do TDC21 no LD (CLD7 - LD vol. 4, p. 113).

Os trechos selecionados para entrar no LD mostraram um contexto geral do que foi o acidente. O capítulo onde ele entrou está intitulado como “Os seres vivos e a radiação ionizante” e o tópico no qual se insere é “A atuação da radiação ionizante no organismo”. O TDC e os trechos escolhidos não trazem informações acerca da radiação ionizante que é o conceito norteador do capítulo. Porém, quando analisamos o manual do professor e visualizamos quais são os objetivos do capítulo, dois deles podem ser relacionados diretamente ao TDC e as discussões que o mesmo permite.

Estes objetivos são: 1) Avaliar as potencialidades e os riscos do uso da radiação para os seres humanos. 2) Citar os efeitos causados pela exposição à radiação. Se analisarmos os trechos temos as seguintes frases “causou quatro mortes e contaminou, pelo menos, 249 pessoas” e “todos que estiveram próximos ao pó azul estavam se sentindo mal”. Obviamente que as informações nos trechos são poucas e insuficientes. Também, cabe ao professor escolher como conduzir e alcançar esses objetivos da melhor forma. Acreditamos que esse TDC, se utilizado na íntegra alcançaria facilmente esses objetivos e possibilitaria a realização de discussões, pesquisas, rodas de conversa e até mesmo um júri simulado onde parte dos alunos poderia defender e argumentar a favor das vítimas e a outra parte seria a defesa dos empresários e responsáveis pelo hospital que deixou o equipamento contendo céσιο 137 em local inadequado.

#### Subcategoria 1.2 Vazamentos na usina de Fukushima

Essa subcategoria apresentou apenas uma unidade de análise, porém, a forma como ela foi inserida no LD merece um espaço de discussão. Como pode ser observado na Figura 6, o link está em um quadro com um ponto de exclamação, que segundo os autores do LD é um boxe chamado “Dica” e este “*apresenta informações importantes para os estudantes compreenderem os conteúdos, como conceitos de diferentes áreas, dicas que visam facilitar a execução das atividades, orientações relacionadas a cuidados em atividades práticas, entre outras*” (CLD7).



Em 2011, no município de Fukushima, no Japão, uma usina nuclear foi atingida por um tsunami que danificou suas construções. As falhas no resfriamento do reator causaram uma reação nuclear incontrolável, com vazamento de radiação por meio do ar e da água do oceano. O incidente causou direta e indiretamente mais de 1000 mortes e fez com que mais de 100 mil pessoas tivessem de abandonar suas casas.



Para saber mais sobre o acidente em Fukushima leia a reportagem a seguir. Disponível em: <[https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2013/08/130821\\_fukushima\\_entenda\\_vazamento\\_nuclear\\_mm.shtml](https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2013/08/130821_fukushima_entenda_vazamento_nuclear_mm.shtml)>. Acesso em: 7 jul. 2020.

Figura 6 - TDC no boxe “Dica” (TDC19, LD vol. 4, p. 108).

Consideramos que essa inserção se caracteriza muito mais por ser um boxe de sugestão de pesquisa e leitura do que de dicas. O boxe em si não trouxe as informações para os alunos, mas sim, disponibilizou uma fonte de pesquisa externa que poderá ou não ser consultada. *“Acreditamos que o propósito desses boxes seja dar ênfase a conceitos e ideias discutidos no decorrer do capítulo ou que até mesmo não foram discutidos e apresentam problematizações que vão além das discussões do conteúdo proposto para o capítulo”* (Iglesias & Petrucci-Rosa, 2016, p. 36).

Os autores acima apresentam uma definição para o propósito dos boxes. Quando pensamos em acidentes nucleares e em toda a discussão e problematização que eles proporcionam, o TDC consegue cumprir com esse propósito, porém é claro, a forma como a aula será conduzida e como o TDC será utilizado dependerá do professor. Abaixo, podemos observar alguns trechos do TDC original citado que poderiam ter entrado no LD e contribuído para a discussão do assunto:

*“Em contato com as varetas de combustível nuclear, a água se torna altamente radioativa e precisa ser armazenada em grandes tanques, onde passa por um processo de purificação. São produzidas 400 toneladas de água radioativa a cada dia, que acabam armazenadas nos mais de mil tanques já construídos no local (TDC19)”*.

*“Segundo as autoridades japonesas, o nível de radiação da água de Fukushima é extremamente alto, cerca de 8 milhões de vezes acima do nível normal para água potável (TDC19)”*.

Esses dois trechos nos permitem realizar uma problematização acerca dos problemas causados para as pessoas e o meio ambiente devido ao nível de radiação na água. O primeiro trecho também cita um processo de purificação da água, que poderia ser explorado e trabalhado em sala de aula.

## **Categoria 2 - Alimentos e radiação**

As unidades de análise dessa categoria exploram a radiação em alimentos que pode acontecer tanto de forma natural como através de processos de irradiação, que possuem algumas finalidades pré-determinadas. Abaixo apresentamos a discussão de cada um deles.

### *Subcategoria 2.1 - Irradiação de alimentos*

Nessa subcategoria encontramos duas unidades de análise, o TDC5 e o TDC17. A seguir apresentamos exemplos desta forma de entrada:

<p>Leia o texto a seguir.</p> <p>Aproximadamente um terço da produção mundial de alimentos se perde antes de chegar à mesa do consumidor. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), a diminuição da diferença entre a procura e a oferta de alimentos passa, necessariamente, pela redução de suas perdas. Além disso, o processo de globalização tem favorecido a propagação de doenças transmitidas por alimentos. Por conseguinte, tratamentos capazes de estender a vida útil e garantir a segurança de produtos alimentícios poderiam se constituir em valiosos auxiliares para minimizar tais problemas.</p> <p>As autoridades de vigilância sanitária e de segurança alimentar de 37 países já aprovaram a irradiação de 40 tipos distintos de alimentos, os quais englobam especiarias, grãos, carnes, frutos e legumes, sendo que vinte e quatro desses países utilizam-na para fins comerciais.</p> <p>Na preservação de alimentos, a irradiação tem se mostrado como uma ferramenta eficaz para aumentar significativamente a vida útil dos alimentos, reduzir perdas, garantir a segurança alimentar e aumentar a oferta do alimento ao consumidor.</p> <p>[...]</p> <p>FREIRE Jr., M.; VITAL, H. C. <b>Tecnologia de alimentos</b>. Agência Embrapa de Informação Tecnológica (Ageitec). Disponível em: <a href="https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000fjlb22h102wqviv90sq98yq94hs31y.html">https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000fjlb22h102wqviv90sq98yq94hs31y.html</a>. Acesso em: 2 set. 2020.</p> <p style="text-align: right;">TDC5</p>	<p style="text-align: center;"><b>Alimentos recebem doses de radiação para aumentar prazo de validade</b></p> <p>[...]</p> <p>A irradiação pode ser utilizada em diversos alimentos, acabando com bactérias e organismos prejudiciais à saúde, seja em frutas, verduras ou carnes.</p> <p>[...]</p> <p>“A técnica previne a propagação de insetos e mantém a comida fresca por mais tempo”, exemplifica Krivolapov. Ele emenda: também é possível irradiar sementes, que se tornam mais resistentes a pragas, o que faz o alimento ser produzido, desde o plantio, de forma mais saudável, e sem exigir tanto o uso de defensivos agrícolas nas lavouras.</p> <p>[...]</p> <p>DAL MOLIN, G. Alimentos recebem doses de radiação para aumentar prazo de validade. <i>Gazeta do Povo</i>, 29 ago. 2017. Disponível em: &lt;<a href="https://www.gazetadopovo.com.br/agronegocio/agricultura/alimentos-recebem-doses-de-radiacao-para-aumentar-prazo-de-validade-7dt6v932fbn40u9d6haeq7ex9/">https://www.gazetadopovo.com.br/agronegocio/agricultura/alimentos-recebem-doses-de-radiacao-para-aumentar-prazo-de-validade-7dt6v932fbn40u9d6haeq7ex9/</a>&gt;. Acesso em: 9 jul. 2020.</p> <p style="text-align: right;">TDC17</p>
---	---

**Figura 7** - Irradiação de alimentos (CLD3, LD vol. 6, p. 109 e CLD7, LD vol. 4, p. 102).

O TDC5 entrou no LD em forma de trechos do original no capítulo intitulado “Radioatividade e suas aplicações”, o TDC é quem faz a abertura do capítulo este por sua vez, é acompanhado de algumas perguntas: “Qual aplicação da radioatividade é destacada no texto e qual a sua importância?” “Que outras aplicações da radioatividade você conhece? Converse com seus colegas sobre o assunto”. Podemos supor que o TDC foi inserido no LD com a função de problematizar e trazer questões norteadoras para uma discussão em sala de aula.

Os trechos escolhidos fornecem bastante informações acerca do tema, desde a perda de alimentos, a relação entre doenças e alimentação, a necessidade de técnicas que aumentem a durabilidade dos alimentos, a aprovação do método de irradiação de alimentos por órgãos competentes e a eficiência e segurança da irradiação.

Olhando para o TDC na íntegra, acreditamos que os trechos foram bem escolhidos, no entanto, um trecho que informasse quais problemas envolvidos na perda de alimentos são amenizados e/ou resolvidos através da irradiação, agregaria na discussão. Abaixo segue um exemplo de um trecho da versão na íntegra do TDC que não foi escolhido para entrar no LD, mas pode ser acessado pelo professor para complementar a discussão:

*“A irradiação elimina (ou inativa) larvas de insetos, parasitas, fungos e bactérias presentes nos alimentos, os quais poderiam transmitir doenças. Além disso, ela permite inibir ou retardar alguns processos fisiológicos, como o brotamento e o amadurecimento. Tendo em vista que a deterioração precoce dos alimentos se deve à ação dos insetos, micro-organismos e enzimas de degradação neles presentes, o tratamento é capaz de aumentar significativamente a vida útil dos produtos. Por conseguinte, o consumidor põe na sua mesa um alimento melhor conservado e higienicamente mais seguro (TDC 5)”.*

O TDC17 se caracterizou de modo semelhante ao entrar no LD, também se apresenta no formato de trechos do original dentro de um capítulo intitulado “Aplicações da Radioatividade” este por sua vez, está iniciando um novo tópico chamado “Radioatividade na Agricultura”, com a possível função de contextualizar e iniciar uma discussão. Logo na sequência do TDC encontramos questões norteadoras: “De acordo com o trecho da reportagem, como a irradiação de alimentos pode auxiliar na manutenção da saúde humana?” “Podemos afirmar que os alimentos tratados com radiação ionizante se tornam radioativos? Explique.” “Como a radiação de alimentos pode ajudar a reduzir a perda de alimentos na linha produtiva?”.

Acreditamos que essa discussão proposta é de extrema relevância, principalmente no que diz respeito a alimentos irradiados se tornarem ou não radioativos. É importante que os alunos fiquem com esta questão esclarecida, visto que “no processo de irradiação de alimentos, apenas os raios gama entram em contato com o produto sem qualquer risco de contaminação radioativa” (Silva & Roza, 2010, p. 50) e que, “embora a irradiação de alimentos constitua tema desconhecido para a população brasileira, o processo é seguro e não oferece risco ao consumidor [...]” (Silva & Roza, 2010, p. 55).

A maior diferença entre os dois TDC está na escolha dos trechos. Nos trechos do TDC17 a ação da radioatividade quando aplicada em alimentos está presente e vale ressaltar que, neste TDC, o título que acompanhou os trechos já apresenta para o aluno uma ideia do que se trata o texto e que, a radiação ajudará a prolongar a validade dos alimentos.

#### *Subcategoria 2.2 - Alimentos cuja radiação está presente de forma natural*

Essa subcategoria se fez necessária pois não se trata de uma aplicação da radioatividade, mas sim, da radiação presente de forma natural em alimentos. E portanto, a unidade de análise aqui presente, o TDC4, é distinta das duas anteriores em relação à abordagem da radioatividade, porém, observamos algumas similaridades com os TDC anteriores.

No LD, esse TDC fez a abertura de unidade e na sua sequência, assim como nos TDC da subcategoria 2.1, existem questões para debate, ou seja, esse texto também possui função de contextualização e/ou problematização. Ainda, de acordo com os autores do LD, “as aberturas apresentam texto, imagens e questões que auxiliam a contextualizar e a levantar conhecimentos prévios sobre os assuntos presentes na Unidade” (CLD3). Na figura 8 conseguimos observar que o TDC4 também entrou no LD como um trecho do original.

### Sabia que a banana é naturalmente radioativa?

Você sabia que a radioatividade está presente em grande parte das suas refeições? Banana, castanha do pará, cenoura, batata inglesa, carne, feijão [...] são alguns exemplos de alimentos que carregam, de forma natural, elementos radioativos.

Não há como fugir, mas também não precisa se preocupar. “Seria necessário que uma pessoa comesse toneladas de bananas por ano para atingir níveis inseguros”, afirma Márcio Tadeu Pereira, chefe do laboratório de Irradiação Gama do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN), que fica na UFMG.

A banana é rica em potássio, um elemento químico importante para o bom funcionamento do corpo humano. É justamente desse mineral que provém o potássio-40, um isótopo natural que, por sua vez, é radioativo, assim como o carbono-14, rádio e urânio, outros exemplos de elementos naturalmente radioativos, que são encontrados até mesmo no corpo humano.

SABIA que a banana é naturalmente radioativa? Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, 27 jun. 2016. Disponível em: [https://www.ipen.br/portal\\_por/portal/interna.php?secao\\_id=40&campo=6929](https://www.ipen.br/portal_por/portal/interna.php?secao_id=40&campo=6929). Acesso em 03 set. 2020.

**Figura 8** - Alimentos radioativos naturalmente (CLD3, LD vol. 6, p. 90).

As questões na sequência desse TDC são as seguintes: “O potássio-40 e o carbono-14 citados no texto são isótopos. O que é um isótopo?” “Quando surge um assunto sobre radiação ou radioatividade, o que vem à sua mente?”. É possível cumprir com o que os autores do LD propuseram para a abertura do capítulo, o professor consegue problematizar e levantar os conhecimentos prévios dos alunos acerca do conteúdo de isótopos e de radioatividade, deve-se considerar que “[...] as ideias prévias dos estudantes desempenham um papel fundamental no processo de aprendizagem, já que essa só é possível a partir do que o aluno já conhece” (Mortimer, 2000, p. 36).

### Categoria 3 - Tecnologias que fazem o uso da radioatividade

A categoria 3 compreende subcategorias bem variadas, porém, o que há de comum entre elas é o uso da radiação em diferentes tecnologias, seja medicina ou datação. Abaixo discutimos cada uma dessas subcategorias.

#### Subcategoria 3.1 - Medicina Nuclear e suas aplicações

A primeira subcategoria integra uma unidade de análise cuja aplicação da radioatividade está voltada para a medicina. O TDC14, se apresenta como trechos do original, ele entra no capítulo intitulado “Efeitos biológicos da radiação e suas aplicações” em um tópico chamado “Aplicações das radiações ionizantes”, tendo total relação com o contexto de inserção. Na Figura 9 podemos observar essa entrada.

#### Quais os benefícios da radioterapia?

A maioria dos pacientes com câncer é tratada com radiações e o resultado costuma ser muito positivo. O tumor pode desaparecer e a doença ficar controlada, ou até mesmo curada.

Quando não é possível obter a cura, a radioterapia pode contribuir para a melhoria da qualidade de vida. Isso porque as aplicações diminuem o tamanho do tumor, o que alivia a pressão, reduz hemorragias, dores e outros sintomas, proporcionando alívio aos pacientes.

Em alguns casos a radioterapia pode ser usada em conjunto com a quimioterapia, que é o uso de medicamentos específicos contra o câncer. Isso vai depender do tipo de tumor e da escolha do tratamento ideal para superar a doença.

Durante o tratamento podem surgir efeitos colaterais. Por isso, uma vez por semana o paciente deverá ir ao médico.

#### Como é feita a radioterapia?

O número de aplicações necessárias pode variar de acordo com a extensão e a localização do tumor, dos resultados dos exames e do estado de saúde do paciente.

De acordo com a localização do tumor, a radioterapia pode ser feita de duas formas:

#### Radioterapia externa ou teleterapia

A radiação é emitida por um aparelho, que fica afastado do paciente, direcionado ao local a ser tratado, com o paciente deitado. As aplicações são, geralmente, diárias.

#### Braquiterapia

Aplicadores são colocados pelo médico, em contato ao local a ser tratado, e a radiação é emitida do aparelho para os aplicadores. Esse tratamento é feito no ambulatório (podendo necessitar de anestesia), de uma a duas vezes por semana. [...]

BRASIL. Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Câncer (INCA). *Radioterapia: o tratamento*. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/tratamento/radioterapia>. Acesso em: 10 maio 2020.

**Figura 9** - Radioterapia (CLD6, LD vol. 4, p. 155).

O TDC possui relação direta com o tema do capítulo e do tópico onde foi inserido, pelo formato de inserção, através dos trechos, contribuiu com muita informação, visto que, o capítulo do livro faz menções às aplicações da radiação, e a referência e trechos escolhidos informam sobre os benefícios da radioterapia, como ela é realizada e as diferentes técnicas que podem ser utilizadas. De acordo com os autores do LD, esse capítulo *“tem por objetivo discutir os tipos de radiação e suas possíveis aplicações tecnológicas,*

principalmente para a indústria de alimentos e áreas da saúde, bem como os efeitos da radiação no corpo humano e no ambiente” (CLD6).

A radioterapia é uma tecnologia que faz uso da radiação e é muito conhecida por sua aplicação no tratamento do câncer. É de extrema relevância realizar essa discussão com os alunos, boa parte de nós já ouviu falar de alguém que tenha realizado tratamento para câncer com radioterapia, e provavelmente, a maioria não conhece os conceitos científicos e tecnológicos envolvidos nesse tratamento. Essas aplicações da radioatividade “se aproximam de casos práticos do cotidiano das pessoas ajudando a formar o “solo firme dos fatos”, neste caso o de radioatividade” (Fioresi, 2021, p. 181). Deste modo, “[...] problematiza-se o conceito espontâneo do estudante mediante a introdução do conceito científico, para se abordar um problema que está vinculado a uma situação real do contexto do estudante [...]” (Delizoicov, Angoti & Pernambuco, 2002, citado por Gehlen, Maldaner & Delizoicov, 2012).

### Subcategoria 3.2 - Métodos de datação

Esta subcategoria está ligada a métodos de datação, principalmente a técnica que utiliza o isótopo radioativo Carbono-14. Possui duas unidades de análise, são elas o TDC7 e o TDC22 e podem ser observados na Figura 10.

<p><b>3.</b> O uso da radioatividade na paleontologia e arqueologia depende dos conhecimentos das alterações físicas e químicas dos materiais.</p> <p><b>a)</b> Faça uma pesquisa mais profunda e cite, explicando, duas maneiras de uso da radioatividade nos estudos dos materiais antigos. Para isso, leia o texto a seguir:  <a href="http://www.comciencia.br/dossies-1-72/reportagens/arqueologia/arq06.shtml">http://www.comciencia.br/dossies-1-72/reportagens/arqueologia/arq06.shtml</a>. Acesso em: 8 set. 2020.</p> <p><b>b)</b> Explique o motivo principal do uso das radiações nos alimentos em detrimento a outros métodos de conservação.</p>	TCD7
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div data-bbox="287 1019 901 1467" style="width: 60%;"> <p>[...]</p> <p>Um dos mais antigos membros da linhagem dos seres humanos enfim ganhou um rosto. A descoberta de um crânio quase completo de <i>Australopithecus anamensis</i>, espécie que viveu na atual Etiópia entre 4,2 milhões e 3,8 milhões de anos atrás, indica que processos complicados de diversificação já estavam presentes desde os primeiros passos dos hominídeos, como são conhecidos os avós e primos extintos do <i>Homo sapiens</i>.</p> <p>Embora o <i>A. anamensis</i> seja reconhecido como uma espécie separada desde 1999, os fósseis que tinham sido descobertos até agora (em geral, fragmentos da mandíbula e dentes) não eram suficientes para que os cientistas tivessem uma visão mais detalhada da criatura.</p> <p>[...]</p> <p>Saylor, responsável por reconstruir o ambiente onde o pequeno hominídeo viveu, afirma que o rio e o lago eram cercados por matas ciliares, enquanto o resto da região era árida e tinha vegetação arbustiva. A espécie, portanto, estava acostumada a ambientes mais abertos. A pesquisadora também coordenou o trabalho que chegou a uma estimativa de 3,8 milhões de anos de idade para o fóssil.</p> <p>[...]</p> <p>LOPES, R. J. Cientistas encontram crânio de ancestral humano que viveu há 4 milhões de anos. <i>Folha de S.Paulo</i>, 28 ago. 2019. Disponível em: &lt;<a href="https://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2019/08/cientistas-encontram-cranio-de-ancestral-humano-que-viveu-ha-4-milhoes-de-anos.shtml">https://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2019/08/cientistas-encontram-cranio-de-ancestral-humano-que-viveu-ha-4-milhoes-de-anos.shtml</a>&gt;. Acesso em: 25 jul. 2020. © Folhapress.</p> </div> <div data-bbox="917 1019 1220 1288" style="width: 35%; text-align: right;">  <p>Crânio de <i>Australopithecus anamensis</i>, datado em 3,8 milhões de anos. Esse crânio foi encontrado próximo aos fósseis de Lucy, uma representante de <i>A. afarensis</i>. Isso demonstra que, possivelmente, essas espécies coexistiram por aproximadamente 100 mil anos.</p> <p style="font-size: small; transform: rotate(-90deg); position: absolute; right: -40px; top: 50%; transform: translateY(-50%);">MICHAEL TENENBAUM - ADDIS ABEBA, ETIÓPIA</p> </div> </div>	TCD22

**Figura 10** - Aplicação de métodos de datação (CLD3, LD vol. 6, p.120 e CLD7, LD vol. 5, p. 41).

O formato e contexto de inserção desses dois TDC são bem distintos, o primeiro entra em um exercício, como fonte de pesquisa para a resolução. Esse exercício sugere uma pesquisa e indica a fonte para realizá-la. Olhando para o edital do PNLD um dos critérios eliminatórios é que os autores do LD ofereçam “a possibilidade de coletar, em outras fontes além da obra didática, informações necessárias para resolução do problema” (Edital PNLD, 2021, p. 82). Ressaltamos a importância da pesquisa e da indicação de boas fontes, cabendo ao professor direcioná-la. Investigando a fonte direcionada para a pesquisa destacamos alguns trechos do TDC na íntegra:

“O carbono-14 é um tipo (um “isótopo”) de carbono dotado de uma fraca radioatividade [...]. Ele é produzido na atmosfera pelos raios cósmicos, que interagem com o nitrogênio e transformam alguns de seus átomos em carbono-14. Enquanto o carbono-14 é produzido, ele se transforma espontaneamente de volta no nitrogênio, num processo conhecido como decaimento radioativo [...] Pode-se dizer que foi acionado um relógio radioativo, pois a velocidade com que o carbono-

*14 decai é bem conhecida. Em 5.730 anos, metade do carbono-14 já decaiu em nitrogênio; em mais 5.730 anos, metade do que restou decaiu; e assim por diante. Desta forma, se a concentração de carbono-14 em uma amostra de osso é um quarto da esperada, pode-se dizer que o animal dono daquele osso morreu há cerca de 15.460 anos. (TDC7)”.*

*“Para se determinar a idade de objetos com mais de 50 mil anos ou cuja idade não tenha relação com compostos orgânicos (como vasos de cerâmica), usam-se outros métodos [...] Esse método mede os pequeninos defeitos que aparecem no material de que é feita a amostra, decorrentes da radiação a que ele está submetido [...] O que se faz no laboratório é aquecer a amostra até que a termoluminescência seja liberada. A intensidade da termoluminescência indica o tempo transcorrido desde a última vez em que a amostra sofreu aquecimento [...] Com isso, pode-se datar objetos de até 1 milhão de anos [...] (TDC7)”.*

Os trechos trazem variadas informações a respeito de cada método, e o próprio LD aborda mais informações sobre os conceitos presentes nesse TDC (radioatividade, decaimento e isótopos) e também, sobre o método de datação dentro da unidade 3. Aqui cabe detalhar que a unidade 3 deste LD é composta por 3 temas, sendo eles: 1) Princípios de radioatividade, 2) Reações nucleares e 3) Radioatividade e suas aplicações. O exercício se encontra no tema 3, enquanto que a explicação dos conceitos e da própria datação estão abordados nos temas que o antecedem. Esse exercício além de promover a pesquisa com fonte sugerida também faz uma retomada de conceitos abordados anteriormente para que aconteça o fechamento da unidade.

Já o TDC22 foi inserido no LD na abertura de um capítulo intitulado “Datação de fósseis”, em um tópico chamado “Decaimento nuclear”, possuindo a função de contextualizar e/ou problematizar. Como pode ser observado nos trechos selecionados, não há qualquer referência à datação de fósseis ou ao decaimento nuclear. Olhando para o TDC na íntegra, há uma única citação da palavra datação, o trecho onde ela aparece pode ser observado abaixo:

*“Alguns especialistas defendiam que o *A. anamensis* seria apenas uma forma mais primitiva do *A. afarensis*, mas as novas datações indicam que houve uma sobreposição temporal entre as duas espécies, com uma convivência de pelo menos 100 mil anos entre elas (TDC22)”.*

Não há em lugar algum do TDC uma explicação do que é a datação e como ela funciona. O TDC se apresenta muito mais com característica histórica do que com alguma ligação com a radioatividade. Ele está inserido dentro de um capítulo com foco em radioatividade com uma linha de discussão acerca de isótopos de carbono-14, e no TDC não há qualquer referência a técnica ou relação com o isótopo.

#### **Categoria 4 - História da Ciência e Radioatividade**

Alguns TDC encontrados no LD além de contemplarem o tema da radioatividade também estavam direcionados para o estudo da História da Ciência. A categoria 4 não possui subcategorias, todas as unidades de análise se referem a descobertas no campo da física nuclear, são provenientes de livros de DC e fazem parte da CLD6, localizados no LD “Materiais, luz e som: modelos e propriedades”.

A primeira unidade de análise é o TDC11 que está localizado na unidade 1 do LD intitulada “Constituição e propriedades dos materiais”. O TDC foi inserido no capítulo 3 “Modelos atômicos e propriedades dos materiais”. No início deste capítulo encontram-se discussões acerca do modelo atômico de Dalton e é estabelecida uma relação com a descoberta do elétron, e é neste contexto que entra o TDC em um box chamado “Um pouco de história”, que de acordo com os autores do LD possui a função de discutir “episódios da história relacionados com o tema do capítulo” (CLD6). Na Figura 11 encontra-se o TDC11.

UM POUCO DE HISTÓRIA

**Raios catódicos: a descoberta dos raios X**

Os estudos com os tubos de raios catódicos também forneceram subsídios para que os raios X fossem identificados. Wilhelm C. Röntgen descobriu que um tubo de raios catódicos modificado emitia um tipo de radiação ainda não conhecida na época, e que ele denominou de raios X.

Na noite de 8 de novembro de 1895, Wilhelm C. Röntgen (1845-1923) estava trabalhando com uma válvula de Hittorf que tinha coberto totalmente com uma cartolina preta. A sala estava inteiramente às escuras. A certa distância da válvula havia uma folha de papel, usada como tela, tratada com platinocianeto de bário. Para seu espanto, Röntgen viu-a brilhar, emitindo luz. Alguma coisa devia ter atingido a tela para que ela reagisse dessa forma. A válvula de Röntgen, entretanto, estava coberta por uma cartolina preta e nenhuma luz ou nenhum raio catódico poderia ter escapado dali. Surpreso e perplexo com o fenômeno, Röntgen decidiu pesquisá-lo mais a fundo. Virou a tela, de modo que o lado sem platinocianeto de bário ficasse voltado para a válvula; mesmo assim, a tela continuava a brilhar. Ele então afastou a tela para mais longe da válvula e o brilho persistiu. Depois, colocou diversos objetos entre a válvula e a tela e todos pareceram transparentes. Quando sua mão escorregou em frente à válvula, ele viu os ossos na tela. Descobriu “um novo tipo de raio”, conforme ele mesmo explicou em sua primeira publicação sobre o assunto.

# Figura 3.7 – Imagem da mão da esposa de Röntgen, feita por ele logo após sua descoberta dos raios X, em 1895.

SEGRÉ, E. *Dos raios X aos quarks*. Brasília: Editora da UnB, 1980. p. 20-21.

Figura 11 - Boxe “Um pouco de história” (CLD6, LD vol. 4, p. 44).

O conteúdo do TDC possui relação direta com o contexto de inserção. Antecedendo o TDC há explicações a respeito dos tubos de raios catódicos (de que eram feitos e como funcionavam). O LD inclui também uma figura representativa de como seria a ligação de um tubo de raios catódicos e explica como os raios eram produzidos. Logo após essa discussão é feita a abordagem do que alguns cientistas da época compreendiam ser os raios catódicos até a definição de elétron para só então, incluir o boxe da Figura 11. Vale ressaltar que *“os últimos anos do século XIX e os primeiros do XX foram marcados pela descoberta dos raios-x e da radioatividade, que viriam a revolucionar as teorias atômicas”* (Lima, Pimentel & Afonso, 2011, p. 93).

Se observarmos a Figura 11, ela contém a imagem de raio-x de uma mão, que só foi possível devido aos estudos e a *“divulgação da existência dos raios-x, feita por Wilhem Conrad Roentgen (1845-1923). A população e a mídia podiam perceber de imediato os efeitos desses últimos. Por exemplo, eles permitiam a visão interior do corpo humano por meio das radiografias, causando um impacto maior que a radioatividade, que não podia ser vista pelas pessoas”* (Lima, Pimentel & Afonso, 2011, p. 93). Além da abordagem histórica da ciência, esse TDC permite uma contextualização com a área da medicina e o papel da radiação para o avanço dessa ciência.

Os últimos TDC que contemplam essa análise foram inseridos na mesma unidade, intitulada “Radiação e suas aplicações” e no capítulo “Radioatividade e partículas elementares”. Também foram inseridos em um boxe, esse por sua vez, não possui um título e de acordo com os autores do LD *“apresenta textos das Ciências da Natureza e suas Tecnologias que complementam a temática abordada”* (CLD6). Esses TDC podem ser observados na Figura 12.

<p>Cobri uma [...] chapa fotográfica [...] com duas folhas de papel negro grosso, tão grosso que a chapa não ficou manchada ao ser exposta ao Sol durante um dia inteiro. Coloquei sobre o papel uma camada da substância fosforescente e expus tudo ao Sol por várias horas. Quando revelei a chapa fotográfica, percebi a silhueta da substância fosforescente em negro sobre o negativo. [...] A mesma experiência pode ser feita com uma lâmina de vidro fina colocada entre a substância fosforescente e o papel, o que exclui a possibilidade de uma ação química resultante de vapores que poderiam emanar da substância quando aquecida pelos raios solares. Portanto, podemos concluir dessas experiências que a substância fosforescente em questão emite radiações que penetram no papel que é opaco à luz [...].</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">BECQUEREL, H. Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Paris, 122, 420, 1896. In: SEGRÉ, E. <i>Dos raios X aos quarks</i>. Brasília, DF: Editora da UnB, 1980. p. 29.</p> <p>TDC12</p>	<p>Em 1963, quando designei o nome “quark” para os constituintes fundamentais do núcleo, ouvi primeiro o som, sem a grafia, que poderia ter sido “kwork”. Então, em uma de minhas ocasionais leituras de <i>Finnegans Wake</i>, de James Joyce, me deparei com a palavra “quark” na frase “Three quarks for Muster Mark”. Como “quark”, que significa, por um lado, o grito da gaijota, tinha claramente a intenção de rimar com “Mark”, tive que encontrar uma desculpa para pronunciá-lo como “kwork”. De qualquer forma, o número três se encaixava perfeitamente na maneira como os quarks ocorrem na natureza.</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">GELL-MANN, M. <i>O quark e o jaguar: aventuras no simples e no complexo</i>. Tradução de Alexandre Tort. Rio de Janeiro: Rocco, 1996. p. 128.</p> <p>TDC13</p>
---	--

Figura 12 - Trechos de livros de DC (CLD6, LD vol. 4, p. 133 e p. 143).

O TDC12 está inserido em em um tópico intitulado como “A descoberta da radioatividade” em um contexto de revisão histórica, são apresentados alguns dados e também nomes que contribuíram para essa

descoberta, como Wilhelm Röntgen, Henri Poincaré, Henri Becquerel, Marie Curie, Pierre Curie, Ernest Rutherford e Frederick Soddy. O TDC possui relação direta com o tópico onde foi inserido e ao final da discussão ainda há um quadro intitulado “Articulação de ideias” com algumas questões que podem direcionar uma discussão em sala de aula, como por exemplo: “A maioria dos objetos que apresentam o fenômeno da luminescência, no nosso cotidiano, emitem luz verde. Pesquise a substância responsável pela luminescência desses objetos e explique o motivo de observarmos a luz esverdeada.” “Qual foi a evidência que permitiu a Becquerel concluir que a sensibilização da chapa fotográfica dependia apenas da substância, e não de fonte externa de energia?” e “Pesquise as contribuições da radioatividade de Marie Curie para a área de saúde na época da Primeira Guerra Mundial”.

O TDC13, no entanto, entrou em um tópico denominado “Quarks” e não há relação direta do TDC com a abordagem do tópico. Nesse contexto, o LD discute sobre partículas, subpartículas, suas cargas elétricas, massas e forças envolvidas e o TDC aborda a origem do nome “quark” de uma forma que não interferiu e/ou agregou para a discussão do tópico em si.

### **Categoria 5 - Sugestões de leitura e pesquisa**

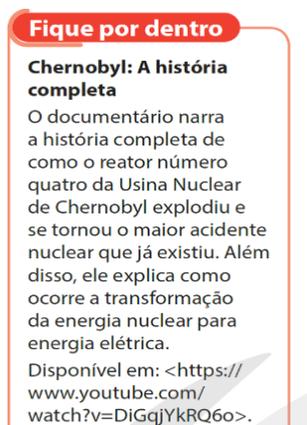
As unidades de análise desta subcategoria são todas as sugestões de leitura e pesquisa e correspondem aos TDC: 1, 2, 3, 8, 9, 15 e 16.

O TDC2, por exemplo, foi inserido no boxe “Fique por dentro” que de acordo com os autores do LD possui “*sugestões comentadas de recursos complementares que vão ajudar você a ampliar seus conhecimentos e se aprofundar nos conteúdos abordados no Tema*” (CLD2). Consideramos a entrada de TDC através de sugestões de leitura menos interessantes. Se olharmos para o trabalho de Souza e Rocha (2020) eles trazem dados relevantes dos TDC aparecendo como sugestão de leitura, em sua análise encontraram 85 TDC nesse formato, de uma totalidade de 398 textos. Se pensarmos que, neste formato de sugestão, esse TDC pode simplesmente nem ser notado, passar despercebido, tanto pelo professor, quanto pelo aluno. Além disso, pode até existir uma breve descrição a respeito do que se trata aquela notícia, porém, não há informações suficientes para que seja realizada uma discussão em sala de aula, ou para que, o aluno obtenha informações do que foi e como aconteceu o acidente nuclear de Chernobyl, por exemplo.

Podemos sugerir que talvez seja uma forma que os autores encontraram de simplesmente cumprir com os critérios de produção desses LDs. Fioresi (2020) contempla em seu trabalho uma discussão sobre esses critérios, que são estabelecidos pelo PNLD. De acordo com a autora:

*“O PNLD desde sua criação, tem selecionado e distribuído LDs em todos os níveis de ensino gratuitamente para as escolas públicas. O PNLD tem contribuído para redefinir os LDs na medida que, para serem aprovados, precisam atender a uma série de critérios definidos em editais. Grande parte dos textos inseridos nos LDs se enquadraram aos requisitos do PNLD. Identificamos desta forma, a relação de tais elementos com os seguintes requisitos: questões de gênero, contextualização, utilização de imagens e esquemas, interdisciplinaridade, abordagem histórica e abordagem CTS (Fioresi, 2020, p. 202).”*

Analisando o edital do PNLD 2021 encontramos como critérios eliminatórios específicos das obras de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias a condição de “*circulação e recepção de textos de divulgação científica e de mídias sociais*” (Edital PNLD, 2021, p. 81) e “*referências bibliográficas complementares comentadas, para pesquisa ou consulta (sites, vídeos, livros etc.), diferentes das do livro do estudante e que expressem os últimos avanços, nacionais e internacionais, do respectivo campo de ensino*” (Edital PNLD, 2021, p. 82). Ou seja, contemplar a DC e as referências adicionais de pesquisa eram critérios eliminatórios desses LDs e os autores precisam se adequar de alguma forma. Nessa coleção, foi bem recorrente a utilização do quadro “Fique por dentro” para sugerir pesquisas de fontes de DC, essa forma de inserção pode ser observada na Figura abaixo:



**Figura 13** - Exemplo de inserção de TDC através do box “Fique por dentro” (CLD2 - LD vol. 2, p. 82).

Neste formato de inserção não há como avaliar relação do TDC com os conceitos apresentados no LD, visto que, não ocorre a entrada do texto ou parte dele no LD. Mas, na transcrição do vídeo, durante a análise do texto identificamos que este possui um caráter de contextualização histórica, falando constantemente sobre o marco histórico desse desastre, a relação das usinas nucleares com a Segunda Guerra Mundial e a Guerra Fria, o poder destas usinas para o abastecimento energético, as falhas que as usinas apresentavam, a maneira como os envolvidos e responsáveis se posicionaram e as consequências de todo esse desastre.

Os TDC 3, 8 e 9 também abordam acidentes radioativos. O TDC3, que também é um vídeo, entrou no mesmo box da Figura 13, porém, contemplou dados e informações acerca do acidente ocorrido com césio 137, em Goiânia. O TDC8, que é uma notícia de jornal, também aborda o acidente radioativo ocorrido no Brasil, porém se localiza na CLD4 em um box que também é intitulado “Fique por dentro” e de acordo com os autores do LD “*traz indicações de sites, livros, revistas e artigos, além de sugestões de vivências em ambientes fora da escola*” (CLD4). Diferentemente de todos os outros TDC encontrados com abordagens a respeito de acidentes radioativos, este trouxe explicações científicas no seu contexto, porém, não contemplou trechos no LD devido ao seu formato. O TDC9, que entrou na mesmo box do TDC8, é a sugestão mais distinta, se caracteriza como um documentário, com aproximadamente 97 minutos de duração, se comparado com os demais vídeos que entraram em sugestões, é extremamente longo e ocuparia mais de uma aula, caso fosse utilizado na escola.

O TDC1 entrou como uma sugestão de leitura, no mesmo box da Figura 13. Esse TDC aborda cientistas mulheres e seu papel na descoberta de elementos químicos, mas como esse box é de sugestão de leitura/pesquisa não houve a inserção do conteúdo do TDC no LD. Apesar de ser uma sugestão de leitura e não ser o foco desta pesquisa, vale ressaltar que questões de gênero são requisitos exigidos pelo PNLD em seu edital, abaixo podemos visualizar uma exigência do edital que contemplou os LDs do PNLD de 2021 e que discute questões de gênero:

*“Promover positivamente a imagem da mulher, considerando sua participação em diferentes trabalhos, profissões e espaços de poder, ao longo da obra, com o intuito explícito de valorizar sua visibilidade e protagonismo social, com especial atenção para o compromisso educacional com a agenda da não-violência contra a mulher (Edital PNLD, 2021, p. 52).”*

Possivelmente esse TDC entrou com a função de cumprir esse critério eliminatório.

O TDC15 é a sugestão de um vídeo do canal Manual do Mundo, disponível no box “Para saber +”, onde é realizada uma visita à usina nuclear de Angra dos Reis. O TDC16 está no mesmo box, por sua vez, aborda medicina nuclear e radiofármacos. De acordo com os autores do LD o box tem por finalidade apresentar “*sugestões de páginas da internet, filmes, livros e aplicativos que se referem ao conteúdo estudado no capítulo*” (CLD6). Durante a transcrição dos vídeos analisamos que são abordados vários conceitos químicos, porém, o LD não contempla informações do seu conteúdo devido ao formato de inserção. Esses exemplos podem ser observados na Figura 14.

PARA SABER +

- Neste vídeo do “Manual do Mundo” você conhecerá como é a usina nuclear de Angra dos Reis, no Rio de Janeiro. Disponível em: <https://youtu.be/ZsR-2zkEwCM>
  - Neste vídeo você compreenderá como são produzidos os radioisótopos e os radiofármacos que são essenciais para alguns exames e tratamentos médicos. Disponível em: <https://youtu.be/WFq1fL6s-rs>
- Acesso em: 26 ago. 2020.

Figura 14 - Boxe “Para saber +” (CLD6, LD vol. 4, p.158).

### Entrada de TDC em LDs Ciências da Natureza e suas Tecnologias - PNLD 2021 comparadas a entrada de TDC em LDs de Química - PNLD 2018, no tema Radioatividade

Olhando para o trabalho de Fioresi (2020), de acordo com os dados coletados pela autora (quadro 6, p. 133), podemos encontrar algumas similaridades na entrada dos TDC. Os temas que circularam nos LDs do PNLD 2018 e que continuaram circulando no PNLD 2021 foram: medicina nuclear, acidentes nucleares, irradiação de alimentos e datação.

Enquanto que no PNLD 2018 entraram 37 TDC no tema radioatividade, no PNLD 2021 entraram apenas 14, nessa comparação estão excluídos os TDC que foram inseridos como sugestão de leitura, visto que, na análise de Fioresi (2020) eles não foram considerados. Quando comparado a relação entre a forma do texto no LD e sua versão original citada, em ambos PNLD prevaleceu os TDC que se apresentaram como trechos do original. No PNLD 2018 encontram-se 24 inseridos como trechos do original e no PNLD 2021 são 10 nesse mesmo formato.

Há algumas irregularidades, por exemplo, no PNLD 2018 houve uma recorrência de TDC, no tema radioatividade, em exercícios (10 TDC), enquanto que no PNLD 2021 foram encontrados apenas dois TDC em exercícios e um deles era proveniente de fonte restrita/paga. Outro ponto interessante da análise foi a coleção “Ser Protagonista (Lisboa, 2016)”, no PNLD 2018, que de acordo com Fioresi (2020) essa foi uma das coleções que mais apresentou TDC (10 no total) no tema radioatividade e foi uma das escolhidas pela autora para aprofundar a sua análise. A autora ainda afirma que: “Lisboa (2016) foi a mais escolhida por professores e adotada no Ensino Médio no que diz respeito a disciplina de química na rede pública de ensino do Brasil, de acordo com dados do PNLD 2018” (Fioresi, 2020, p. 155). No PNLD 2021 a coleção “Ser Protagonista (CLD1)” não apresentou nenhum TDC no tema radioatividade, sendo a única, de todas as coleções analisadas a não apresentar TDC neste tema, nem em formato de sugestão de leitura.

A nova BNCC alterou e influenciou a produção dos LDs. Uma das mudanças mais notáveis é a junção das áreas (química, física e biologia) em Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, quando comparamos os dados analisados no tema radioatividade nos dois PNLD notamos que ocorre uma descaracterização das áreas e podemos supor isso de acordo com as entradas dos TDC analisados. Essa descaracterização não é observada somente quando analisamos a área das Ciências para o ensino médio. Os autores Mattos, Amestoy e Tolentino-Neto (2022) analisaram o ensino de Ciências no ensino fundamental, nas versões da BNCC, e com base em suas investigações, os autores chegaram à conclusão que há “ausências e o reducionismo de temas relevantes à formação crítica e social dos estudantes” (Mattos, Amestoy & Tolentino-Neto, p. 33, 2022) e declaram que cabe ao professor realizar uma leitura crítica da BNCC para conseguir suprir em aula as descaracterizações existentes em cada área (Mattos, Amestoy & Tolentino-Neto, 2022).

Na análise de Fioresi (2020) foram encontrados TDC que tinham uma relação direta com a química e com a Radioatividade, como por exemplo: propriedades dos radionuclídeos: grupo dos actinídeos, elemento 113 e isótopos e elementos transurânicos. Quando analisamos os novos LDs da grande área do conhecimento Ciências da Natureza e Suas Tecnologias o único TDC que faz referência a descoberta de elementos químicos entrou como sugestão de leitura.

Nesse sentido, podemos direcionar o nosso olhar para a nova BNCC, para as competências e habilidades da área das Ciências da Natureza e Suas Tecnologias. Duas das competências específicas podem ser visualizadas abaixo:

*“Competência específica 1 - Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos*

*socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global (Brasil, 2018c, p. 553)."*

*Competência específica 2 - Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis (Brasil, 2018d, p. 553)."*

Podemos supor uma generalização já nas competências, visto que foram divididas em "matéria e energia" e "Vida, Terra e Cosmos" e a única referência a alguma área específica surge quando citam, na competência 2, a evolução dos seres vivos, que faz parte dos estudos da biologia.

Quanto às habilidades, quando direcionamos nosso olhar para o tema da radioatividade, encontramos a seguinte: "(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica" (Brasil, 2018e, p. 555). Essa competência descreve bem os TDC encontrados nos LDs do PNLD 2021, sendo que, a maioria fez referência aos riscos da radioatividade, trazendo TDC sobre os acidentes radioativos, ou então, as aplicações na saúde e agricultura, com os TDC acerca da medicina nuclear e a irradiação de alimentos. Podemos supor que esses TDC entraram com o intuito de cumprir um item da extensa lista de habilidades que a BNCC pressupõe que devem ser cumpridas pelos LDs.

Outro ponto analisado é que as competências e habilidades dos novos LDs não são direcionadas para um texto ou atividade específica do livro, mas sim para todo capítulo ou unidade. Deste modo, não conseguimos analisar cada TDC e a sua relação com as competências e habilidades. Mas podemos fazer algumas observações: 1) A maioria sugere que a habilidade "EM13CNT103" foi cumprida, 2) Em alguns casos, como por exemplo, do TDC14 essa habilidade não está presente no capítulo de inserção, 3) O caso do TDC 22, em que o capítulo indica conteúdo de datação de fósseis, porém o TDC não faz referência alguma a técnica e a habilidade específica sugerida como cumprida pelo capítulo é a seguinte: "(EM13CNT208) Aplicar os princípios da evolução biológica para analisar a história humana, considerando sua origem, diversificação, dispersão pelo planeta e diferentes formas de interação com a natureza, valorizando e respeitando a diversidade étnica e cultural humana" (Brasil, 2018f, p. 557), ou seja, o objetivo da competência não tem relação com a radioatividade.

Observamos que apesar de encontrarmos semelhanças nas inserções, na sua maioria, as diferenças se sobrepõem. Podemos supor uma descaracterização da área da química e também, que os TDC que entraram nas atuais coleções aprovadas no PNLD 2021 estão, em sua maioria, cumprindo com a habilidade "EM13CNT103" que fala basicamente das aplicações da radioatividade.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Portanto, ao longo de nossa análise, de modo mais geral, nos deparamos com uma grande quantidade de inserção de DC nos LDs de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados no PNLD 2021. Na grande maioria, essas inserções ocorreram por meio de referências de sites institucionais, revistas e jornais, por intermédio de trechos do texto original, através de exercícios e quadros. De modo a esmiuçar os dados, direcionamos a investigação para o tema da radioatividade. Nessa análise, foram consideradas também as notícias/textos de DC inseridos como sugestão de leitura e no total, foram encontrados 22 TDC. A maioria dos TDC no tema radioatividade se concentraram no assunto dos acidentes radioativos e nas aplicações da radioatividade em alimentos, medicina e métodos de datação.

Os TDC que entraram como trechos do original abordando acidentes radioativos, não abordaram tratamento dos resíduos radioativos e nem questões científicas e tecnológicas do tema, o foco foi apenas em questões envolvendo vítimas e consequências. Nos TDC das aplicações da radioatividade, em sua maioria, foram escolhidos bons trechos, com informações acerca das técnicas e da sua importância, colaborando com os conceitos e objetivos do capítulo. A categoria que aborda História da Ciência, no tema radioatividade, através de trechos de DC, dispôs unanimemente de trechos provenientes de livros de DC, trechos estes, que em sua maioria, estavam de acordo com a proposta do capítulo. A última categoria de análise incluiu todas as sugestões de leitura e podemos sugerir que essas entraram para cumprir alguns requisitos do edital do PNLD.

Com esta pesquisa, realizamos também a comparação entre os LDs de Química do PNLD 2018 com os LDs de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do PNLD 2021 no tema radioatividade. Nos LDs de 2018 a autora, Fioresi (2020), encontrou 37 TDC, já na nossa análise do PNLD 2021, foram encontrados apenas 14 TDC no referido tema. Algumas semelhanças foram encontradas, como por exemplo a escolha de alguns temas abordados em ambos PNLD (acidentes radioativos e aplicações da radioatividade), mas podemos pontuar várias diferenças, como por exemplo: a coleção “Ser Protagonista” que no PNLD 2018 foi uma das que mais apresentou TDC no tema radioatividade, já no PNLD 2021 não foi encontrado nenhuma inserção nesse tema. Ocorreu também, uma predominância de inserção de TDC no tema radioatividade através de exercícios no PNLD 2018, enquanto que no PNLD 2021 foram encontrados apenas dois.

## **Agradecimentos**

À Fundação Araucária pelo financiamento da pesquisa (Edital nº 485/GR/UFFS/2021, nº de registro no sistema Prisma: PES-2021-0271) e ao grupo de Pesquisa de Divulgação Científica da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS, campus Realeza PR, pelo espaço de discussão a respeito da temática e pelas contribuições feitas ao projeto.

## **REFERÊNCIAS**

- Bardin, L. (2016). *Análise de Conteúdo*. Edições 70. (Obra original publicada em 1977).
- Branco, E. P.; Zanatta, S. C. (2021). BNCC e Reforma do Ensino Médio: implicações no ensino de Ciências e na formação do professor. *Revista Insignare Scientia - RIS*, 4 (3), 58-77. <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2021v4i3.12114>.
- Brasil. (2000). Secretaria de Educação Básica. *Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias (PCN+)*. Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002. 144p. Recuperado de <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>.
- Brasil. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF: Ministério da Educação. Recuperado de [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf).
- Brasil (2018). *Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação*. Histórico. Brasília: MEC, 2018. Recuperado de <http://www.fnde.gov.br/component/k2/item/518-hist%C3%B3rico>.
- Brasil. (2019). *Edital de convocação nº 03/2019 – CGPLI*. (Edital de convocação para o processo de inscrição e avaliação de obras didáticas, literárias e recursos digitais para o programa nacional do livro e do material didático PNLD 2021). Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Recuperado de [https://www.gov.br/fnde/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/programas-do-livro/consultas-editais/editais/edital-pnld-2021/EDITAL\\_PNLD\\_2021\\_CONSOLIDADO\\_13\\_RETIFICACAO\\_07.04.2021.pdf](https://www.gov.br/fnde/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/programas-do-livro/consultas-editais/editais/edital-pnld-2021/EDITAL_PNLD_2021_CONSOLIDADO_13_RETIFICACAO_07.04.2021.pdf).
- Brasil. (2020). *PNLD 2021: ciências da natureza e suas tecnologias - guia de livros didáticos - ensino médio*. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Recuperado de [https://pnld.nees.ufal.br/pnld\\_2021\\_didatico/componente-curricular/pnld-2021-obj2-ciencias-natureza-suas-tecnologias](https://pnld.nees.ufal.br/pnld_2021_didatico/componente-curricular/pnld-2021-obj2-ciencias-natureza-suas-tecnologias).
- Fioresi, C. A. (2020). *Circulação da divulgação científica em livros didáticos de química: a textualização da radioatividade enquanto fato científico* [Doutorado]. Universidade Federal de Santa Catarina. Recuperado de <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/220456>.
- Fioresi, C. A.; Silva, H. C. (2022). Ciência popular, divulgação científica e Educação em Ciências: elementos da circulação e textualização de conhecimentos científicos. *Ciência & Educação (Bauru)*, 28, 1-17. <https://doi.org/10.1590/1516-731320220049>.
- Gehlen, S. T.; Maldaner, O. A.; Delizoicov, D. (2012). Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo: complementaridades e contribuições para a Educação em Ciências. *Ciência & Educação (Bauru)*, 18 (1), 1-22. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132012000100001>.

- Iglesias, J. O. V.; Petrucci-Rosa, M. I. (2016). Tradições Curriculares em “Boxes” nos livros didáticos de Biologia. *Ciências em Foco*, 9 (1), 32-41. Recuperado de <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/cef/article/download/9696/5091>.
- Jacomini, L.; Zeferino, A.; Fiorese, C. A. (2021). A Divulgação Científica em Livros Didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias: um olhar para nova Base Nacional Comum Curricular. In *VII Congresso Paranaense de Educação em Química*. Campo Mourão, PR, Brasil. Recuperado de <https://www.even3.com.br/anais/cpequi/405562-a-divulgacao-cientifica-em-livros-didaticos-de-ciencias-da-natureza-e-suas-tecnologias--um-olhar-para-nova-base-n/>.
- Lima, G. S.; Giordan, M. (2017). Características do discurso de divulgação científica: implicações da dialogia em uma interação assíncrona. *Investigações em Ensino de Ciências*, 22 (2), 83- 95. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2017v22n2p83>.
- Lima, G. S.; Giordan, M. (2021). Da reformulação discursiva a uma práxis da cultura científica: reflexões sobre a divulgação científica. *História, Ciências, Saúde (Manguinhos)*, 28 (2), 375-392. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702021000200003>.
- Lima, R. S.; Pimentel, L. C. F.; Afonso, J. C. (2011). O despertar da radioatividade ao alvorecer do século XX. *Química Nova na Escola*, 33 (2), 93-99. Recuperado de [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33\\_2/04-HQ10509.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33_2/04-HQ10509.pdf).
- Martins, I.; Damasceno, A. R. (2002). Uma análise das incorporações de textos de divulgação científica em livros didáticos de ciências. In *VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. Águas de Lindóia, SP, Brasil. Recuperado de [https://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viiiiepef/PDFs/CO18\\_1.pdf](https://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viiiiepef/PDFs/CO18_1.pdf).
- Martins, I. (2006). Analisando livros didáticos na perspectiva dos Estudos do Discurso: compartilhando reflexões e sugerindo uma agenda para a pesquisa. *Pro-Posições*, 17 (1), 117-136. Recuperado de <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/proposic/article/view/8643659/11176>.
- Martins, I., Cassab, M., & Rocha, M. B. (2011). Análise do processo de re-elaboração discursiva de um texto de divulgação científica para um texto didático. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 1 (3). Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4155>.
- Mattos, K. R. C.; Amestoy, M. B.; Tolentino-Neto, L. C. B. (2022). O Ensino de Ciências da Natureza nas versões da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, 18 (40), 22-34. <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v18i40.11887>.
- Mortimer, E. F. (1988). A Evolução dos Livros Didáticos de Química Destinados ao Ensino Secundário. *Em Aberto*, 7(40), 25–41. Recuperado de <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me000614.pdf>.
- Mortimer, E. F. (2000). *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte, MG: Editora UFMG.
- Silva, H. C. (2010). A noção de textualização para pensar os textos e as práticas de leituras da ciência na escola. Pinto, G. A. *Divulgação Científica e Práticas Educativas*. Curitiba, PR: Editora CRV.
- Silva, A. L. F.; Roza, C. R. (2010). Uso da irradiação em alimentos: revisão. *B.CEPPA*, Curitiba, PR, 28(1), 49-56. <http://dx.doi.org/10.5380/cep.v28i1.17897>.
- Silva, H. C. (2006). O que é divulgação científica? *Ciência & Ensino*, (1) 1, 53-59.
- Silva, M. R. (2018). A BNCC da reforma do ensino médio: O resgate de um empoeirado discurso. *EDUR - Educação em Revista*, 34, 1-15. <https://doi.org/10.1590/0102-4698214130>.
- Souza, P. H. R; Rocha, B. M. (2020). Caracterização dos textos de divulgação científica inseridos nos livros didáticos de biologia. *Práxis*, 12 (23), 97-108. <https://doi.org/10.47385/praxis.v12.n23.726>.
- Strack, R; Loguércio, R; Del Pino, J. C. (2009) Percepções de professores de ensino superior sobre a literatura de divulgação científica. *Ciência & Educação*, 15 (2), 425-442. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132009000200012>.