

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA

Márcia Campos Brasil

**Análise da temática radioatividade nos livros didáticos de química do
PNLD 2015**

Porto Alegre, 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA

Márcia Campos Brasil

**Análise da temática radioatividade nos livros didáticos de química do
PNLD 2015**

Trabalho de conclusão de curso apresentado junto à atividade de ensino “Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Química” do curso de Licenciatura em Química, como requisito parcial para a obtenção do grau de licenciada em química.

Orientadora: Profa. Dra. Tania Denise
Miskinis Salgado

Porto Alegre, 2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que me incentivaram ao longo de toda minha vida acadêmica, incluindo familiares, amigos, técnicos administrativos e professores.

Registro meu especial agradecimento à Professora Doutora Tania Denise Miskinis Salgado pela paciência, incentivo e a orientação extremamente qualificada na Área de Ensino de Química, durante todo o meu Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Química.

*“Educação não transforma o mundo.
Educação muda as pessoas.
Pessoas mudam o mundo.”
Paulo Freire*

RESUMO

Este trabalho analisa qualitativamente a abordagem dos conteúdos de radiações e de radioatividade de três livros didáticos de química, contendo, cada um, três volumes, indicados pelo Programa Nacional do Livro Didático de 2015 (PNLD 2015). A partir da leitura detalhada de cada obra, estas temáticas foram identificadas em assuntos previsíveis, como modelos atômicos e fontes de energias, e também em áreas da química que não se esperava, como alimentos, abordados em química orgânica, e classificação de resíduos, inseridos na seção que trata de sistemas materiais e processos de separação de misturas. A análise revelou categorias emergentes, além das categorias previamente estabelecidas. Observou-se que os livros em geral não induzem o aluno a uma visão negativa ou preconceituosa sobre a radiação e radioatividade. Pelo contrário, propiciam a construção de uma opinião individual, por colocarem tanto os aspectos positivos como os negativos na utilização da radioatividade, tais como: recurso energético, medicina, alimentos e acidentes nucleares. Além disso, todos os livros apresentaram tanto o uso da radioatividade como fonte de energia alternativa quanto os acidentes nucleares já ocorridos no mundo. De acordo com alguns critérios utilizados pelo PNLD 2015, a análise das três obras revelou que apresentam uma abordagem rica em informações atuais, contextualizada, com propostas diferenciadas em relação às atividades de ensino (projetos em grupo, experimentos e debates, entre outros) e que são semelhantes em relação à preocupação com o meio ambiente.

Palavras-chave: livro didático; radioatividade; radiações

ABSTRACT

This paper qualitatively analyzes the approach of the radiation and radioactivity subjects of three chemistry textbooks, each with three volumes, appointed by National Program of Textbook 2015 (PNLD 2015). From the detailed reading of each book, these themes were identified in predictable subjects, such as atomic models and energy sources. They were also found in unexpected chemistry areas, such as food, in the organic chemistry subject, and residue classification, in material systems and mixtures separation processes. Analysis has revealed emerging categories as well as previously expected ones. It has been observed that these books in general do not induce the student to a negative or prejudiced view on radiation and radioactivity. On the contrary, they favor the construction of an individual opinion, by placing both positive and negative aspects in the use of radioactivity, such as: energy resources, medicine, food and nuclear accidents. In addition, all the books presented both, the use of radioactivity as an alternative energy source and the nuclear accidents already occurring in the world. According to some criteria used by the PNLD 2015, the analysis of the three works revealed that they present a rich, current, contextualized approach with unique proposals in relation to teaching activities (group projects, experiments and debates, among others), and are similar in their concern for the environment.

Key words: textbooks, radioactivity, radiations.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	10
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
4. REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
4.1. PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO	15
4.2. ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS	17
5. METODOLOGIA.....	21
5.1. ANÁLISE DOCUMENTAL	21
5.2. CONSTRUÇÃO DAS CATEGORIAS	25
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
6.1. ANÁLISE PRELIMINAR DOS LIVROS DO PNLD 2015	27
6.2. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO PNLD	31
6.3. ANÁLISE DAS RESENHAS DISPONÍVEIS PELO PNLD.....	31
6.3.1. Livro A – Wildson Santos e Gerson Mol (Química Cidadã).....	31
6.3.1.1. Visão geral da obra.....	31
6.3.1.2. Descrição da obra.....	32
6.3.1.3. Análise da obra.....	33
6.3.2. Livro B – Martha Reis (Química).....	33
6.3.2.1. Visão geral da obra.....	33
6.3.2.2. Descrição da obra.....	34
6.3.2.3. Análise da obra.....	35
6.3.3. Livro C – Eduardo Mortimer e Andréa Horta (Química).....	36
6.3.3.1. Visão geral da obra.....	36
6.3.3.2. Descrição da obra.....	36
6.3.3.3. Análise da obra.....	37
6.4. ANÁLISE CONTEXTUAL DOS CONTEÚDOS DE RADIOATIVIDADE E RADIAÇÕES.....	38
6.4.1. Livro A – Wildson Santos e Gerson Mol (Química Cidadã).....	38
6.4.2. Livro B – Martha Reis (Química).....	43
6.4.3. Livro C – Eduardo Mortimer e Andréa Horta (Química).....	52
6.5. ANÁLISE COMPARATIVA DAS OBRAS.....	55
7. CONCLUSÕES	58
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

1. INTRODUÇÃO

Desde a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB 9394/96, de acordo com Brasil (1996), a Educação Básica tornou-se obrigatória e gratuita dos 04 anos aos 17 anos, conforme foi incluído pela Lei nº 12.796 de 2013, de acordo com Brasil (2013). Desde 2005 o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) avalia os livros didáticos (LD) de ensino médio, entre os quais os de Química. Os critérios de análise estão presentes no Guia de Livros Didáticos do PNLD 2015 – Ensino Médio – Química, de acordo com Brasil (2014).

Conforme relatos na literatura o livro didático é uma das principais ferramentas utilizadas pelos professores de Química, mesmo frente às limitações conceituais de Mortimer (1998) e epistemológicas de Loguércio, Samrsla e Del Pino (2001) e de Lopes (1992) descritas pelos referidos autores.

Frente a este contexto, pretende-se investigar as formas de apresentação das temáticas relacionadas às radiações e à radioatividade nos livros de Química indicados no Guia de Livros Didáticos do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) do ensino médio, de acordo com Brasil (2014).

Com o estudo, pretende-se identificar quais as relações entre os contextos e conteúdos trabalhados, quais as propostas metodológicas de cada obra. Analisar como a radioatividade é representada nos LD justifica-se, pois contribui para pensar criticamente sobre um dos instrumentos pedagógicos mais utilizados nas salas de aula, visando refletir sobre o potencial de cooperação destas obras para a construção de conhecimentos relacionados ao tema das radiações e radioatividade.

Particular atenção será dada ao enfoque adotado, buscando identificar se a forma de apresentação do tema contribui para aumentar a visão negativa da população em geral em relação às radiações e à radioatividade, ou se o tema é apresentado de forma a contribuir para o esclarecimento das pessoas, sem induzir visões falsamente negativas ou positivas.

Como a temática radioatividade, na atualidade, é um assunto muito presente no cotidiano da humanidade pela sua presença em acidentes

nucleares ou pelas ameaças de bombas nucleares, surge à necessidade de ressaltar o seu lado positivo também, ou seja, seus benefícios na saúde, na ciência, na indústria entre outros. O fato das radiações e radioatividade ser a vila de alguns males da humanidade não à torna um conhecimento inviável pelo contrário; se bem utilizada salva vidas, auxilia na conservação de alimentos e produz energia.

O livro didático pode proporcionar esta visão mais ampla e crítica em relação às temáticas radiações e radioatividade apresentando uma abordagem imparcial e contextualizada com as problemáticas atuais. Portanto, este trabalho procura identificar, localizar e analisar a presença dessas propostas de aprendizagem nas obras analisadas.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é investigar as formas de apresentação das temáticas relacionadas às radiações e à radioatividade nos livros de Química indicados no Guia de Livros Didáticos do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) do ensino médio.

Com o estudo das obras, pretende-se:

- a) identificar quais as relações entre os contextos e conteúdos trabalhados;
- b) analisar as propostas metodológicas de aprendizagem desses temas nas três obras;
- c) analisar se a obra apresenta ou não um enfoque maniqueísta ou negativo em relação à temática.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica foi realizada a partir das buscas no Portal de Periódicos da CAPES, Google Acadêmico, Química Nova, Química Nova na Escola (QNEsc), Anais dos Encontros Nacionais de Ensino de Química (ENEQ) e dos Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) sendo baseadas nas palavras chaves do "livro didático e radioatividade e PNLD" e ainda "livro didático e radiações e PNLD", focando a partir do ano de 2010 até 2017.

Na busca foram encontrados duzentos trinta e seis artigos no Google Acadêmico, sendo desses foram selecionados cinco artigos referentes à temática radioatividade e radiações. Nas revistas de Química Nova e na Escola não apresentaram artigos com este enfoque. Nos anais ENEQ, no ano de 2014 foi encontrado um artigo e, no ano de 2016, dois artigos, conforme as palavras chaves utilizadas. Os anais do ENPEC não apresentaram resultados referentes a estas palavras chaves. A pesquisa no Portal de Periódicos da Capes gerou cinco artigos, sendo apenas um relevante para este trabalho.

Os autores Sousa e Sales (2016) analisaram a temática de radioatividade em quatro livros de Química do Ensino Médio do PNLD 2015, utilizando critérios estabelecidos pelo MEC. Verificaram que as obras Ser Protagonista e Química Cidadã atendem mais aos critérios exigidos pelo MEC. Segundo os autores, cada uma das obras analisadas apresentou falha em pelo menos um dos critérios verificados, podendo prejudicar a aprendizagem do aluno na temática radioatividade.

A autora Tonetto (2010) realizou um trabalho, em 2008, onde propôs uma análise da história da radioatividade nos livros didáticos utilizados pelos alunos do terceiro ano do Ensino Médio. Constataram que os livros analisados abordavam a temática de formas diferentes e que as obras enfatizavam mais uma época ou um cientista, mas sem muitos detalhes. Também observaram que as obras analisadas apresentavam a história da ciência em pequenos parágrafos e de forma condensada.

Os autores Souza Jr. *et al.* (2016) analisaram a temática radioatividade nos livros didáticos de química do PNLD 2015. O resultado da pesquisa

explicativa nas obras mostrou uma abordagem do conteúdo de forma muito simplificada e exemplificada, como também relatos inseridos no cotidiano do aluno, facilitando o seu entendimento e compreensão.

Rego e colaboradores (2013) analisaram as passagens sobre a vida da cientista Marie Curie em três dos cinco livros didáticos do Ensino Médio de Química do PNLD de 2012, sob a perspectiva da história da ciência e da relação entre gênero e ciência. As análises das obras mostraram pouco aprofundamento na abordagem do desenvolvimento científico, mas remetem a várias questões de incerteza, controvérsias e descontinuidade, o que se aproxima da dinâmica do processo científico. Já a descrição da vida de Marie Curie nas obras precisaria ser melhorada, pois questões como o comprometimento com a saúde da cientista e da homenagem à sua terra natal não devem levar o leitor ao mero entendimento dos efeitos biológicos da radiação e da nostalgia do lar, respectivamente, mas a um conjunto de privações e dificuldades ao longo de sua vida pessoal e acadêmica.

A monografia de Silva (2015) relata uma pesquisa qualitativa descritiva sobre a temática radioatividade nos três livros didáticos de Química selecionados pelo PNLD 2015, que se baseia nas competências e habilidades propostas pelo Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e na Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional. A autora Silva (2015) buscou analisar a relação entre Ciência e sociedade sob uma visão crítica das problemáticas atuais que estão relacionadas com a proposta do ENEM de 1998 a 2014, por meio das questões que utilizaram esta temática. As análises das três obras apresentaram de forma contextual o tema, embora somente uma utilize as questões sociais para direcionar o tema no decorrer do capítulo. Já os outros livros apresentaram recursos em forma de caixa de textos, de tópicos e de esquemas para discutir as questões sociais em paralelo com o conteúdo. A autora verificou que as competências e habilidades propostas pelo ENEM são apresentadas em forma de ideias gerais, nos livros didáticos analisados.

As autoras Kisfaludy e Recena (2014) apresentaram um trabalho no XVII ENEQ sobre análise categorizada dos livros didáticos de Química do PNLD 2012, na temática da radioatividade. Verificaram que há uma tendência de apresentar os eventos científicos de forma linear. A abordagem histórica do

tema radioatividade não promove uma ligação entre a teoria e a história da construção desse conhecimento, desconsiderando as relações estabelecidas na comunidade científica para construção de conhecimentos. Isso contribui para que os estudantes tenham dificuldade para compreender como se constrói a ciência.

Os autores Costa, Pinheiro e Moradillo (2016) analisaram, dentro do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) da Universidade Federal da Bahia, os livros didáticos de Química aprovados pelo PNLD 2015. Buscaram identificar como é feita a abordagem sobre a radioatividade nesses livros e debater a necessidade de tornar menos negativa a imagem sobre este conteúdo dentro da sociedade. A investigação foi realizada de forma empírica e qualitativa, baseada em uma análise documental. Segundo os autores, todos os livros abordam o conteúdo, sendo que faltam reflexões críticas acerca do uso deste conhecimento científico na sociedade. Também sugerem que o professor desconstrua a ideia negativa comumente associada à aplicação da radioatividade.

O trabalho dos autores Matos, Schuindt e Lorenzetti (2016) apresentaram no XVIII ENEQ uma análise dos livros didáticos de Química do PNLD 2015 sobre o conteúdo radioatividade, com enfoque nos recursos didáticos presentes em cada obra. Os autores verificaram a presença dos seguintes recursos: audiovisuais, interativos, humor, analogias, experimentação, jogos e exercícios, que estão contemplados dentro das unidades didáticas. Entretanto, observaram que esses recursos didáticos poderiam ser mais explorados e sugerem que esta deficiência seria justificada pelo menor número de materiais disponíveis pela imagem negativa associada ao conteúdo radioatividade.

O trabalho realizado por Silva, Campos e Almeida (2013) foi baseado na análise de periódicos nacionais e internacionais de ensino em Ciência, Física e Química, nos anos de 1990 a 2012, com enfoque no ensino e aprendizagem da radioatividade. A metodologia utilizada foi análise descritiva e qualitativa, baseando-se em algumas categorias para analisar os artigos. Os autores verificaram poucos trabalhos no ensino superior, em particular nos periódicos nacionais, sobre concepções alternativas dos estudantes e sobre análise de

conceitos relacionados com radioatividade em livros-texto de Química. Enfatizam a necessidade dos professores, em diferentes níveis de ensino, terem acesso às estratégias didáticas propostas nos periódicos analisados, em vista das contribuições que podem dar para a prática docente.

Importante abordagem no trabalho dos autores Xavier *et al.* (2007) sobre os marcos da história da radioatividade e as tendências atuais, nos quais destacam as radiações e energia nuclear como ferramentas de grande utilidade mundialmente. Já do outro lado da história estão as bombas atômicas, que ameaçam o mundo até hoje. Como consequência dos desastres oriundos do uso da radiação e da energia nuclear, acabam provocando reações negativas na população de modo geral. Segundo os autores, apesar de tantos fatores negativos, temos vários avanços em diversas áreas da ciência, inclusive na medicina, que mostram que, se utilizada de forma segura, a radioatividade gera benefícios para humanidade e o meio ambiente.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico apresenta de forma geral o programa nacional do livro didático (PNLD), alguns artigos referentes à análise de livros didáticos.

4.1. PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO

Desde a reforma Francisco Campos, em 1931, a química passou ocupar um espaço importante na escola nacional com a possibilidade de consolidar o desenvolvimento da indústria brasileira nos anos 70, gerando um ensino de química centrado na memorização, técnico e empirista com o suporte de apostilas. Já nos anos 80 surgiu um movimento contra este tipo de material didático por grupos de pesquisa de química em universidades. Este questionamento gerou eventos e encontros de debates de Ensino de Química, o que levou a algumas parcerias entre a universidade e a escola básica pensando num ensino articulado entre os dois níveis de conhecimento (identidade e processo) na construção do conhecimento em Química, de acordo com Brasil (2014).

O livro didático de Química, especialmente para o professor, apresenta formas possíveis de ensinar, abordagens metodológicas e concepções de ciência, educação e sociedade. Por isso, a importância em ressaltar, na discussão sobre o livro didático de Química, as questões clássicas: a experimentação, a história da ciência e a contextualização dos conteúdos para a aprendizagem em Química, de acordo com Brasil (2014). A experimentação precisa ser trilhada através da investigação, gerando perguntas e respostas pelo aluno do Ensino Médio na reconstrução do conhecimento em química. A história da ciência precisa ser tratada como um processo que envolve uma equipe de trabalho de profissionais em torno de um problema, situação e demandas sociais inseridas em diferentes momentos históricos mundiais. A contextualização do conteúdo é considerada pelos profissionais da educação como um dos eixos didático-metodológicos do ensino de química. Esta questão se considera uma tarefa difícil pela diversidade socioeconômica, cultural, regional, entre outros aspectos que marcam o cotidiano do aluno. Mas a

contextualização estritamente voltada ao mundo do trabalho pode restringir o desenvolvimento da cidadania. É importante não perder de vista as possibilidades de ampliação do repertório científico e cultural dos jovens do Ensino Médio, favorecendo suas condições de exercício pleno da cidadania. Para isso:

O tratamento das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, no âmbito do ensino de Química, mostra-se como possibilidade bastante promissora para a aprendizagem no Ensino Médio, pois possibilita compreender a forma como a Química produz artefatos tecnológicos que garantem a existência do trabalhador e desenvolver a consciência sobre a relação entre conhecimento científico e questões sociais, envolvendo cidadania e consumo. (BRASIL, 2014, p. 10)

Portanto, visualizando essas preocupações, o programa Nacional do Livro Didático (PNLD) é uma política pública de seleção, escolha e distribuição de livros didáticos para os estudantes da Educação Básica no Brasil, com o objetivo da participação ativa e democrática do professor no processo de seleção do livro didático (LD). Esse programa é desenvolvido pelo Ministério da Educação (MEC), em parceria com o Fundo Nacional de Desenvolvimento Educacional (FNDE), Instituto Nacional de Pesquisas Tecnológicas (IPT), Secretaria da Educação Básica (SEB), escolas de Educação Básica Estadual, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), Editoras e a Empresa de Correios e Telégrafos (ECT), de acordo com Brasil (2014).

A participação dos professores exige que possuam determinados saberes, critérios, competências, entre outros para poder realizar em conjunto a escolha do livro didático. Além disso, o professor deve estar capacitado para avaliar as possibilidades e limitações dos livros recomendados pelo MEC. A seleção do LD constitui um importante passo para uma boa aprendizagem dos alunos. Portanto, se fazem necessários critérios específicos para os contextos dados, que possibilitem ao professor participar na avaliação dos livros didáticos. Os critérios estabelecidos são gerados em diferentes grupos de análises onde os professores no coletivo devem tomar as decisões mais adequadas, visando o alunado.

O Guia de Livros Didáticos do PNLD é enviado às escolas públicas e fica disponível no sítio eletrônico do FNDE para os professores acessarem e escolherem o livro que melhor atenda ao projeto político pedagógico da escola. Este guia é avaliado criteriosamente por uma comissão de avaliadores experientes, técnicos e leitores críticos de competência científica e acadêmica, de acordo com o Decreto nº 7.084, de 27 de janeiro de 2010, de acordo com Turin e Aires, (2016).

4.2. ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS

Estamos num momento em que a tecnologia avança muito rapidamente e a internet se mostra como uma ferramenta muito presente em sala de aula, mas mesmo assim não se deixa de lado a presença e a importância do livro didático, tanto para o aluno como para o professor em sala de aula.

Em relação ao livro didático (LD) tem-se a preocupação com a abordagem e com a forma como os conteúdos são apresentados nos livros. Vários estudos têm sido feitos para auxiliar os professores na escolha dos livros didáticos, alertando para os erros conceituais, a falta de inovação, as desatualizações e as representações inadequadas que foram detectados durante a evolução do LD. A análise de livros didáticos de ciências (LDC) tem sido realizada desde 1980. No caso dos livros didáticos de Química (LDQ), o trabalho pioneiro de Schnetzler (1980) analisa o tratamento do conhecimento químico veiculado por livros didáticos de Química publicados no Brasil no período de 1875- 1978.

Os autores Carneiro, Santos e Mól (2005) analisaram as concepções de um grupo de professores em relação a um livro didático que se caracterizava por uma abordagem alternativa em relação à proposta tradicional (conteudista) da maioria dos livros didáticos da época. Evidenciaram a existência de uma tensão entre a vontade dos professores em adotar mudanças de estratégias indicadas pelo referido livro e as dificuldades em desenvolver práticas diferenciadas das convencionais. Os professores ora apresentavam aspectos inovadores do LDQ como positivos e ora os consideravam como aspectos

negativos. Os autores consideraram que isso é um indício de que mudanças educacionais dependem não somente da aceitação de novas propostas, mas do desenvolvimento de novas práticas para as quais os professores se sintam seguros. Nesse sentido, entendem que a existência de livros que tragam novas propostas metodológicas tem um papel fundamental como apoio ao professor.

Loguercio, Samrsla e Del Pino (2001) corroboram a importância da escolha do livro didático pelos professores. O trabalho evidenciou a forma como os professores escolhem, interpretam e utilizam o LD na construção de seus currículos, bem como as dificuldades que encontram para pensar em novos critérios de escolha e aplicá-los. Outros aspectos evidenciado foi a utilização da sua realidade imediata como principal critério de escolha, o que os autores consideraram como positivo, e a dificuldade de identificar obstáculos epistemológicos, o que mostra lacunas na sua formação como professor.

O trabalho de Francisco Jr e Lima (2013) abordou a análise dos textos complementares em seis livros didáticos de Química aprovados no PNLEM, na sua primeira distribuição. Os autores avaliaram as características textuais e os tipos de atividades apresentadas nos textos complementares. A análise evidenciou, positivamente, que a maioria das obras apresentou um número expressivo de textos na seção “leitura”, sendo que em duas obras apresentaram atividades com questões cujas respostas são facilmente encontradas no texto, não avaliando a compreensão do mesmo. Somente duas obras apresentaram a proposição de debates e de produção textual baseada nas leituras destes textos. Os autores consideram que o texto complementar é uma ferramenta importante para o desenvolvimento de argumentação e análise crítica dos temas tratados.

A contextualização e as tecnologias foram analisadas por Abreu, Gomes e Lopes (2005) em livros didáticos de Biologia e de Química. Foi verificada, dentre as obras analisadas, uma pequena diferenciação em relação às tecnologias e à contextualização, só mudando a forma de apresentação. Nos livros de Química a contextualização está ligada ao cotidiano pessoal e profissional e nos livros de Biologia aparece nos textos de urbanização, degradação do meio ambiente e contaminação com material radioativo (“o fantasma Chernobyl”). Já as tecnologias nos livros de Biologia estão

relacionadas à utilização da biotecnologia e à medicina do futuro e nos livros de Química, direcionadas às questões ambientais, produtivas e ao cotidiano pessoal. Os autores consideram que a contextualização é trabalhada, na maioria dos livros analisados, como uma forma de exemplificar a teoria na prática e esta é apresentada como uma informação adicional no final do conteúdo disciplinar, o que não altera a organização do conteúdo, tornando os princípios apenas aspectos marginais.

Vidal e Porto (2012) colocaram o seguinte questionamento: “Como a história da ciência está sendo apresentada nos livros didáticos de Química do PNLD 2007?” Verificaram que os relatos históricos, de maneira geral, estão relacionados a cientistas individuais, a abordagens simplistas e superficiais e na concepção de evolução linear da ciência, caracterizada sobretudo por nomes e datas. Consideram que esta visão não contribui para o desenvolvimento da concepção de que a ciência é um acontecimento coletivo e de que as divergências de ponto de vista ou de metodologia representam um importante papel para o processo de transformação da ciência.

O trabalho dos autores Vidrik e Mello (2015) investigou a abordagem experimental nos livros didáticos aprovados no PNLD de 2015 e evidenciou uma única atividade experimental investigativa e algumas atividades com potenciais investigativos. Entretanto, foi observado um grande número de atividades experimentais na metodologia tradicional, ou seja, a execução de um roteiro e a comprovação do conceito ensinado na aula, o que não condiz com o indicado no Guia de Livros Didáticos do PNLD 2015 e, ainda, pouco contribui para construção do conhecimento.

O trabalho de conclusão de curso da autora Laranjo (2014) analisou os quatro livros didáticos de química do PLND 2015 sobre o tema de agrotóxicos relacionado à educação ambiental. Nesse trabalho foi verificada significativa presença de temáticas de educação ambiental nos livros analisados, usando conceitos e termos científicos convergentes às orientações educacionais vigentes quanto aos objetivos da educação ambiental. Foram identificadas atividades de leitura, pesquisa e reflexão, favorecendo a conscientização dos cidadãos quanto aos riscos dos agrotóxicos para a saúde humana e para o

ambiente, porém não tratam sobre possibilidades de tratamento dos meios (ar, água e solo) contaminados pelos agrotóxicos.

Morawski (2015) analisou, em seu Trabalho de Conclusão de Curso, a coleção dos livros didáticos de química selecionados pelo PLND 2015 sobre a temática da tabela periódica, buscando identificar abordagem contextual e possíveis metodologias para ensino e aprendizagem desta temática. Segundo a autora as obras apresentaram o mínimo de contextualização exigido pelo PNLD e, no que se refere às atividades propostas, em sua maioria seguem o modelo tradicional de ensino, mas sugere que uma transição entre o método antigo de abordagens metodológicas e o ensino inovador de química pode estar ocorrendo.

5. METODOLOGIA

Neste trabalho será investigada a temática de radiações e radioatividade em três volumes dos três livros didáticos de Química do Ensino Médio do PNLD 2015. É importante destacar, que são quatro livros didáticos apresentados pelo PNLD 2015 em vigor até 2017. A proposta deste trabalho é verificar de forma qualitativa como está sendo abordado o conteúdo de radioatividade nos livros didáticos de química do programa do PNLD de 2015, tais como: conceitos básicos sobre radiações e radioatividade, sua utilização como fonte de energia, aplicações na indústria alimentícia, farmacêutica e na área médica e avaliar o balanço positivo e negativo que é apresentado dentro do contexto em relação aos benefícios da radioatividade para a sociedade, além de investigar se a abordagem adotada contribui ou não para a desmistificação do pensamento de que a radioatividade só apresenta aspectos negativos.

O processo de investigação proposto nesse trabalho tem natureza qualitativa segundo Lüdke e André (1986), onde a análise qualitativa de conteúdo consiste em relacionar a frequência de citações de temas e/ou segmento específico do conteúdo em uma obra. Será utilizada a pesquisa documental, visto que a mesma permite a análise de diferentes formatos de documentos, podendo ser aplicada ao livro didático. De acordo com Sá-Silva, Almeida e Guindani (2009) este método de pesquisa documental possibilita a apreensão da realidade, da reflexão e da compreensão do problema, além da articulação com o contexto, podendo, desta forma, ser considerado como uma análise qualitativa das fontes.

5.1. ANÁLISE DOCUMENTAL

Segundo Sá-Silva, Almeida e Guindani (2009) a análise documental é análise dos documentos que sugere formas novas de compreender os fenômenos ou temáticas. O investigador deve mencionar os fatos, pois estes são os objetos de pesquisa que serão interpretados, sintetizados, determinando tendências e por fim inferências. Primeiramente, feita a seleção e análise preliminar dos documentos, segue-se reunindo todos os dados –

contexto, autores, interesses, confiabilidade, natureza do texto, conceitos. O investigador consegue fornecer uma análise coerente com uma temática ou questionamento inicial.

A análise de documentos utiliza-se da metodologia da análise de conteúdo que constitui de conjunto de técnicas de investigação científica onde os elementos fundamentais da comunicação são identificados, numerados e categorizados. Por fim as categorias encontradas são discutidas em relação a uma teoria específica, de acordo com Lüdke e André (1986).

A análise de conteúdo propicia formas diferentes de interpretar o conteúdo de um texto ou obra, baseando-se em normas sistemáticas para extrair dados significativos. Por exemplo, consistem em verificar a frequências de citações de alguns temas, palavras ou ideias contidas no texto. O texto, normalmente, contém sentidos e significados claros ou ocultos, que podem ser apreendidos por um leitor que interpreta a mensagem contida nele de forma sistemática adequada. Dentro da mensagem assimilada, pode ser fragmentado o conteúdo do texto em palavras, termos ou frases significativas, revelando sutilezas, de acordo com Sá-Silva, Almeida e Guindani (2009).

A análise qualitativa do conteúdo consiste em realizar uma leitura do texto em relação aos seus símbolos. Logo, a análise de conteúdo pode caracterizar-se como um método de investigação do conteúdo simbólico das mensagens. Inicialmente, toma-se a decisão sobre a Unidade de Análise que se divide na Unidade de Registro e de Contexto. A primeira etapa o investigador seleciona segmentos específicos do conteúdo, por exemplo, a frequência com que aparece no texto a palavra, tópico, um tema, uma expressão, ou seja, uma operação que usa a quantificação dos termos. Entretanto, dependendo da natureza do problema e das questões específicas da investigação, pode ser analisado o contexto e não apenas a sua frequência, de acordo com Sá-Silva, Almeida e Guindani (2009).

A segunda etapa no processo de análise documental é caracterizar a forma de registro (anotações, esquemas, diagramas e outras formas de síntese). Organizar e classificar as informações em tópicos ou temas, momento, local de ocorrência e a natureza do material coletado. O próximo passo consiste em sequências de leituras e releituras para detectar temas e

temáticas mais frequentes, induzindo naturalmente para a construção de categorias ou tipologias, de acordo com Sá-Silva, Almeida e Guindani (2009)

Segundo os autores Sá-Silva, Almeida e Guindani (2009) a construção de categorias de análise é uma tarefa difícil, e inicialmente está apoiada na teoria da investigação, mas pode ser modificada no transcorrer do processo, devido ao confronto entre empiria e teoria, o que gera novas perspectivas do investigador. Algumas importantes considerações sobre a construção de categorias analíticas:

Em primeiro lugar faça o exame do material procurando encontrar os aspectos relevantes. Verifique se certos temas, observações e comentários aparecem e reaparecem em contextos variados, vindos de diferentes fontes e diferentes situações. Esses aspectos que aparecem com certa regularidade são a base para o primeiro agrupamento da informação em categorias. Os dados que não puderem ser agregados devem ser classificados em um grupo à parte para serem posteriormente examinados (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p.43).

O investigador pode utilizar alguns critérios para avaliar com mais segurança as categorias que foram originadas do material documental, tais como: todos os itens devem estar coerentemente integrados, abrange um único conceito, as diferenças entre elas devem ficar bem claras e que grande parte dos dados seja incluída em uma ou em outra categoria.

Depois de obter um conjunto de categorias, a próxima etapa do processo consiste no aprofundamento, ligações e ampliações. Esta estratégia coloca o investigador a retomar o material no intuito de aumentar o seu conhecimento, descobrir novos ângulos e explorar as ligações existentes entre vários itens, e assim estabelecer relações e associações e, por fim, reorganizá-los.

O investigador amplia a análise documental identificando elementos emergentes que precisam ser mais aprofundados. A última etapa do processo seria avaliar novamente as categorias sobre a sua abrangência e delimitação de acordo com Sá-silva, Almeida, Guindani (2009).

Portanto, a análise de conteúdo é a principal técnica utilizada nas pesquisas documentais e, nesse processo, os documentos são estudados minuciosamente. Será realizada a análise documental do Guia de livros didáticos do PNLD 2015 e dos três livros de Química indicados pelo PNLD

2015 onde o quarto livro, Ser Protagonista – Antunes, M. T., não foi disponibilizado pela editora para a análise.

O Quadro 1 representa os três livros didáticos do PNLD 2015 na forma de notações para facilitar a identificação de todas as obras e de seus respectivos volumes durante apresentação dos resultados e discussão.

Quadro 1: Notação para identificação dos três livros didáticos e seus respectivos volumes analisados.

Notação do livro	Referência	Notação dos volumes
LIVRO A	SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MÓL, Gerson de Souza. Química Cidadã (Ensino Médio) 2. ed. São Paulo: AJS, 2013.	A1
		A2
		A3
LIVRO B	FONSECA, Martha Reis Marques da. Química (Ensino Médio) 1. ed. São Paulo: Ática, 2013.	B1
		B2
		B3
LIVRO C	MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. Química (Ensino Médio) 2. ed. São Paulo: Scipione, 2013.	C1
		C2
		C3

Fonte: a autora.

A análise iniciou, primeiramente, com a localização, identificação e avaliação do tema de radiações e radioatividade presentes nos textos de cada livro didático de Química, onde cada fragmento selecionado foi organizado em tópicos, para os livros A, B e C, por suas semelhanças e diferenças para cada obra. Também se avaliou o tema nas obras considerando as cinco dimensões, tais como: o contexto social, econômico e político atual; a identidade do autor; a qualidade de informação; a natureza do texto; os conceitos-chave presentes no texto e como eles são empregados no contexto.

Feita a seleção e a análise preliminar de cada obra, iniciou-se um processo de releitura compreensiva, cautelosa e crítica de todas as partes selecionadas, examinando-as conforme a temática e o questionamento inicial.

Assim, essa avaliação levou à elaboração das categorias de análise que permitiram compreender como o tema de radiações e radioatividade é abordado nesses livros didáticos, bem como as limitações conceituais e/ou metodológicas eventualmente existentes.

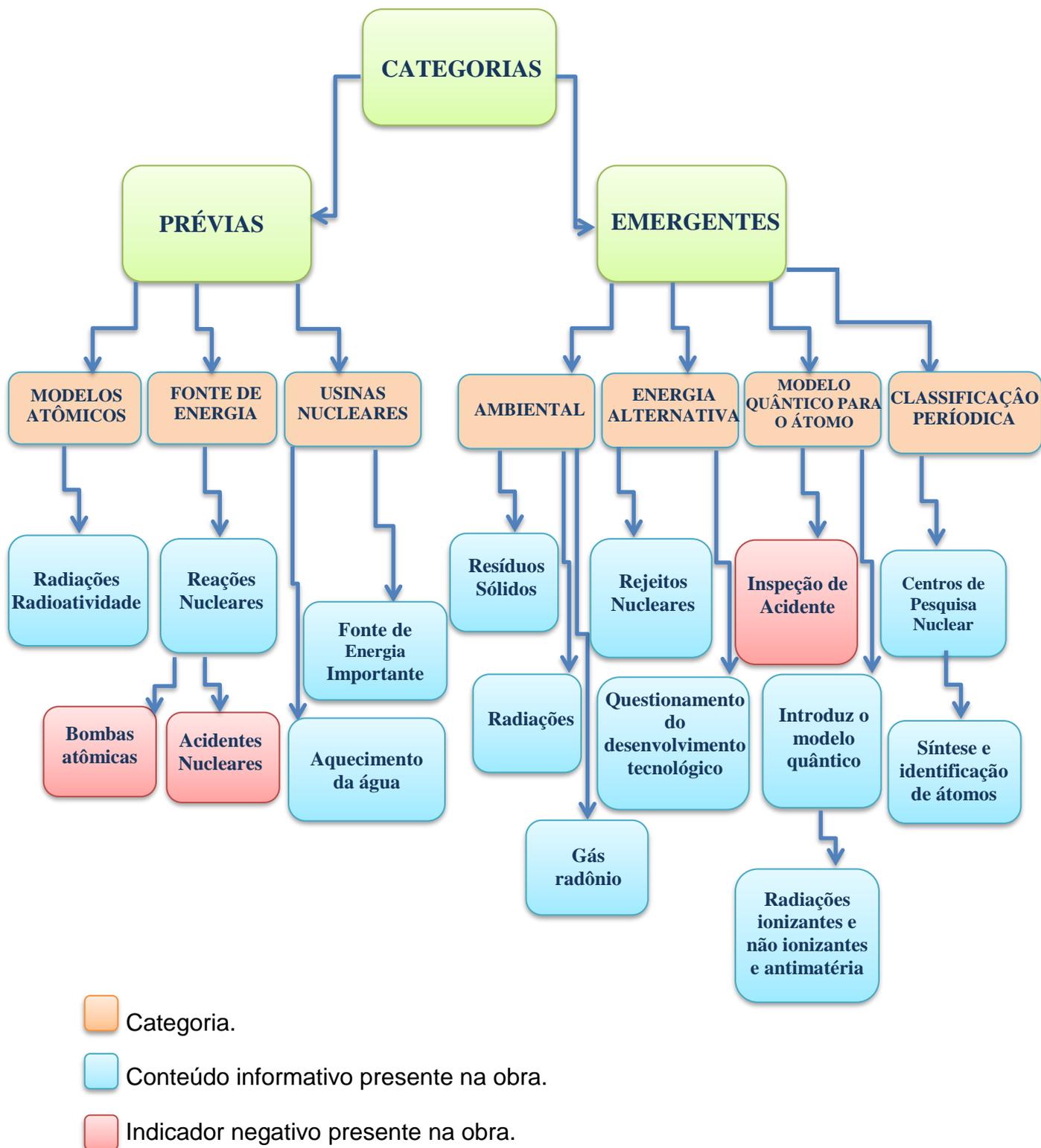
5.2. CONSTRUÇÃO DAS CATEGORIAS.

A partir da primeira análise se fez uma releitura das obras sobre os elementos identificados, de forma que eles fossem sendo categorizados. Empregando-se categorias prévias e também se construindo categorias emergentes, a partir da segunda análise. Também foram avaliados os livros didáticos através de categorias prévias (temáticas esperadas) e emergentes (temáticas surgidas da análise), buscando as potencialidades e as limitações das obras.

As categorias prévias foram determinadas a partir do conhecimento e da orientação docente, prevendo a temática de radiações e radioatividade em conteúdos presentes nas obras onde era esperada a abordagem do tema. Por exemplo, era esperado o tema radiações no capítulo de modelos atômicos, pois as descobertas das radiações e radioatividade contribuíram para a evolução dos modelos atômicos. Já as categorias emergentes foram determinadas através da avaliação das informações e das citações, que apresentassem características inesperadas e inovadoras do tema radiações e radioatividade nos conteúdos abordados nas obras. Como, por exemplo, a abordagem do tema radioatividade na classificação do lixo, o que não é previsto, já que se espera, normalmente, a classificação do lixo de consumo diário da população para fins de reciclagem.

A partir da análise das obras se determinou como categorias prévias: modelos atômicos, fonte de energia e usinas nucleares e como categorias emergentes: ambiental, energia alternativa, modelo quântico para o átomo e classificação periódica. Ambas resultantes, dessa análise, e apresentadas conforme o fluxograma na Figura 1.

Figura 1: Fluxograma das categorias prévias e emergentes.



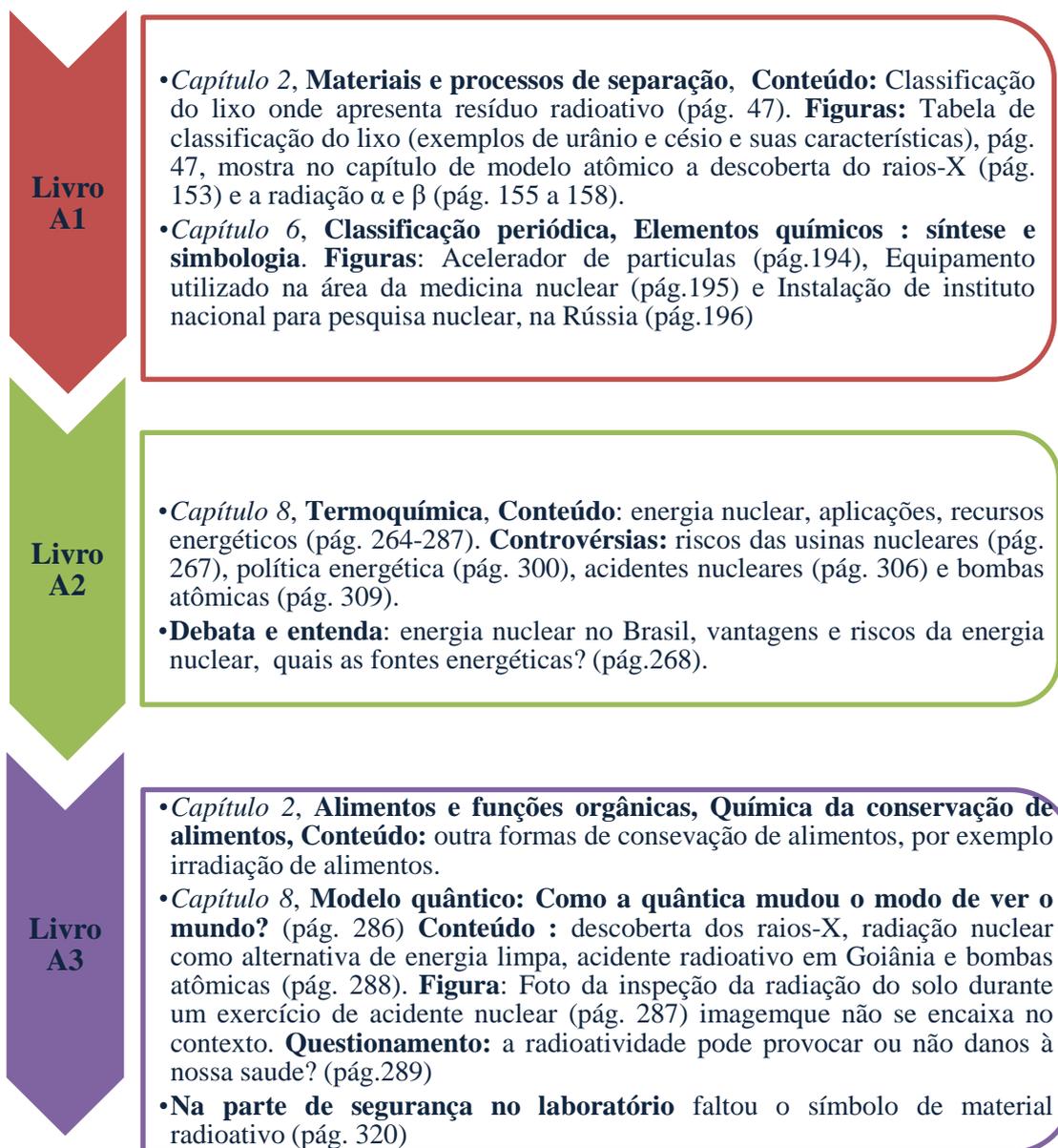
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, apresenta-se o resultado da análise preliminar dos livros, com a localização, identificação e avaliação preliminar do tema de radiações e radioatividade presentes nos textos de cada livro. A seguir, alguns dos critérios do PNLD 2015 serão utilizados para avaliar os três livros didáticos de química no que se refere às temáticas de radiações e radioatividade.

6.1. ANÁLISE PRELIMINAR DOS LIVROS DO PNLD 2015

Os Quadros 2, 3 e 4 apresentam os fragmentos selecionados, organizados em tópicos, para os livros A, B e C, por suas semelhanças e diferenças para cada obra.

Quadro 2: Análise documental preliminar do Livro A.



Fonte: a autora

Quadro 3: Análise documental preliminar do Livro B.

Livro B1

- **Capítulo 1, Reciclagem do lixo** (não apresenta o tema radioatividade), **Cotidiano do Químico**: radiação UV (pág.140), poluição eletromagnética, radiações naturais, pág. 150.
- **Capítulo 10, Eletricidade e radioatividade, Figuras**: foto de imagens dos raios-X (pág. 160), **Cotidiano do Químico**: O que é radioatividade? (pág. 161 e 162) e a descoberta do rádio (pág. 163), **Questões**, pág. 163 e 164. **Saiu na Mídia** : poluição silenciosa e invisível. Diferença de radiação ionizante e não ionizante.
- **Capítulo 11, Evolução dos modelos, Conteúdo**: Experimento de Rutherford-partícula α (pág. 167-169), **Saiu na Mídia**: poluição eletromagnética, incidência de Câncer através de torres de transmissão de rádio (pág. 165).
- **Capítulo 12, Modelo básico do átomo, Conteúdo**: isótopos naturais (observação nenhum radioativo), pág. 183, sobre antimateria (radiação δ), pág.186. **Saiu na Mídia**: tipo de radiação (pág. 181), raios-X e partículas α (partículas aceleradas bombardeiam núcleos atômicos- isótopos), pág. 182. **Dúvidas**: O que significa ionizar átomos e moléculas? (pág. 188) e comenta sobre íons (pág. 156).
- **Capítulo 14, Ligações covalentes - Poluição de interiores, Conteúdo**: Radônio (o texto não deixa claro), pág. 221 e 224, **Saiu na Mídia**: O radônio é um gás nobre e raro. Porque é considerado poluente? (pág. 222). **Figura**: Onde o radônio está presente? (pág. 224). **Compreendendo o mundo**: sobre o radônio (pág.269). **Sugestões de leitura, filmes e sites**: Nuclears Reactors in Japan-Periodic Table of videos (pág.318) <<http://youtu.be/-brcliATLq0>>

Livro B2

- **Capítulo 11, Cinética Química - Saiu na Mídia**: "Poluição Térmica", Águas de resfriamento de usinas nucleares (direciona para prejuízos ao meio ambiente), pág. 167. **Compreendendo o mundo**: resfriamento por via seca para usinas nucleares (mostra outra forma de resfriamento), pág.189.

Livro B3

- **Capítulo 4, Petróleo, hulha e madeira, Quadros**: Fontes renováveis e não renováveis (nuclear), pág. 73.
- **Capítulo 17, Leis da radioatividade, Conteúdo**: Como isso afeta?., pág. 289, emissões nucleares naturais, características e propriedades, contador Geiger-Müller, Lei de Soddy, período de meia vida, datação pelo carbono-14, séries das famílias radioativas (pág. 291-299), Curiosidade: Acidente de Goiânia (pág. 300-301), Aplicação da radioatividade (pág. 302).
- **Saiu na Mídia!** O que pode ir papar num depósito de sucatas? E o que fazer? (pág. 290), Quadros: notações químicas, radiações não ionizantes (pág. 291), características e propriedades de emissões (pág. 292), As leis de Soddy (pág. 295), atividade C^{14} nos tecidos vegetais (pág. 296), Japão cogita abrir a mão da energia nuclear em 2030, acidente de Fukushima (pág. 305, aceleradores de partículas (pág. 306). **Figuras**: contador Geiger-Müller (pág. 293), Técnica de datação pelo C^{14} (pág. 297), Esquema do processo de enriquecimento do urânio (pág.299), foto mostra interdição de uma área de contaminação pelo Césio-137 (pág.301), conservação de alimentos por irradiação (pág.302). **Quadros**: Outros acidentes fatais com radiação nos anos de 1992, 1994, 2000 e 2001 (pág. 301) e processo de irradiação de alimentos (pág. 302).
- **Capítulo 18, Energia nuclear, Conteúdo**: De onde vem... para onde vai? (pág. 308), Fissão nuclear, reação em cadeia, usina nuclear, resposta da questão -como foi o acidente de Fukushima?, bomba atômica, fusão nuclear, reatores de fusão (pág. 310-315) Japão cogita abrir a mão da energia nuclear em 2030, acidente de Fukushima (pág. 305), aceleradores de partículas (pág. 306). **Figuras**: foto do gerador de tecnécio (pág. 309), foto do prêmio Nobel de física Fermi, meio para moderar a velocidade de nêutrons acelerados, uso da equação de Einstein (pág. 310), Plutônio-239 sofre fissão (pág.311), barra de combustíveis físsil, esquema da usina nuclear (pág. 312), acidente de Chernobyl e porque o combustível nuclear de Fukushima derreteu? (pág. 313), foto da 1ª bomba nuclear, 1945 (pág.314), energia liberada por estrelas (pág. 315), foto de manifestação antinuclear (ano 2012), pág. 305 e foto do grande Colisor de Hádrons (pág. 306). **Quadros**: descreve o Grande Colisor de Hádrons (pág. 306), sobre antipartículas, pósitron, principais partículas (pág.307). **Trabalho em equipe**: Qual o tipo de radiação utilizada na medicina e para que são indicadas? (pág.309), **Compreendendo o mundo**: Mostrar aspectos positivos e os negativos sobre a utilização de energia nuclear (pág. 317). Sites, livros e filmes (pág. 318)

Fonte: a autora.

Quadro 4: Análise documental preliminar do Livro C.

Livro C1	<ul style="list-style-type: none">• <i>Capítulo 1, Figura:</i> A descoberta do raios-X relacionado a medicina (pág. 11).• <i>Capítulo 6, Modelos atômicos, Figuras:</i> foto do reator (pág. 151), difração de raios- X (pág. 153); foto de Becquerel, imagem da mão, experimento de Geiger e Marsden (pág. 165), uso de isótopos radioativos na medicina (pág. 169). Conteúdo: Descoberta do raios-X, da radioatividade e do polonio e do rádio (pág. 159-161), conceito de isotopos (pág. 168-169), radiações eletromagneticas, raios-X e raios gama(pág. 176, 180 e 181). Questões sobre o contador Geiger (pág.167), localizar os raios-X no espectro e porque não devemos expor a grandes quantidades dessa radiação (pág. 181). Exercícios sobre a contagem de particulas (α), pág. 163.• Reciclagem e lixo (classificação): não apresentou nada sobre isótopos radioatividade, pág. 90-111.• Apresenta atividades e projetos com vários temas, pág. 14-16.
Livro C2	<ul style="list-style-type: none">• <i>Capítulo 2, Termoquímica: energia nas mudanças de estado físico e nas transformações químicas, Figuras:</i> usinas nuclear (combustível nuclear), pág. 59, estrelas origem de átomos de urânio (pág. 60), fotos de Chernobyl (1986) e Fukushima (2011), pág. 61. Conteúdo: comenta sobre os acidentes na Pensilvânia, Chernobyl, Goiânia, Fukushima e o lixo nuclear (pág. 61). Projeto: sobre vantagens e desvantagens de combustíveis fósseis e nucleares e fontes renováveis de energia (pág. 63).
Livro C3	<ul style="list-style-type: none">• <i>Capítulo 4, " Efeito estufa e mudanças climáticas: química para cuidar do planeta", Conteúdo:</i> radiações de infravermelho e microondas (pág. 225-232) e radiação (pág. 234).• não comenta sobre bombas atômicas.• nos alimentos não foi comentado sobre a conservação de frutas através da radiação de isótopos.

Fonte: a autora

Observa-se, na análise dos Quadros 2, 3 e 4, que as temáticas se apresentam, em alguns assuntos, em partes análogas das obras, mas há muita diferença na forma de apresentação, na quantidade de vezes em que o tema aparece em cada obra e na profundidade com que são tratados os conceitos.

6.2. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO PNLD

Alguns dos critérios de avaliação do PNLD foram utilizados na análise dos livros didáticos, descritos nos itens abaixo:

- a) Enfatiza as limitações de cada modelo?
- b) Aborda a dimensão ambiental?
- c) Apresenta o conhecimento químico de forma contextualizada?
- d) Emprega discursos maniqueístas?
- e) A obra apresenta os conceitos, os princípios e as informações químicas corretas e atualizadas?
- f) A obra apresenta os exercícios, as atividades, as ilustrações e imagens corretas e atualizadas?
- g) A obra apresenta os exercícios e as atividades contextualizados?

6.3. ANÁLISE DAS RESENHAS DISPONÍVEIS PELO PNLD

Nesta seção, serão apresentadas a metodologia de aprendizagem e uma visão geral da abordagem dos conteúdos de cada obra analisada.

6.3.1. Livro A – Wildson Santos e Gerson Mol (Química Cidadã)

6.3.1.1. Visão geral da obra

A obra apresenta uma visão atual e aborda os problemas ambientais, os tipos de recursos energéticos, o consumo sustentável e ainda um capítulo sobre a energia nuclear. Os capítulos são iniciados com a seção “Tema em foco”, contendo textos para a discussão de situações ou problemas ambientais, onde o estudante será conduzido à reflexão, à busca de soluções e à tomada de decisões, utilizando os conhecimentos científicos de Química abordados.

Os conceitos fundamentais da Química são abordados de forma contextualizada, explicitando as relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Os temas são apresentados de forma que interajam com situações do cotidiano, utilizando aspectos macroscópicos como elemento motivacional, de modo que o desenvolvimento cognitivo do estudante seja alcançado através da construção de modelos explicativos dos fenômenos naturais, conduzindo assim à abstração exigida pelos conhecimentos químicos.

Outro aspecto da obra é a abordagem dos conhecimentos químicos em perspectiva sócio-histórica, mostrando uma visão de ciência como uma construção humana, marcada pelo seu caráter provisório, focando as limitações de cada modelo explicativo. O manual do professor aborda os princípios teóricos e metodológicos para a utilização didática da obra. Enfatiza o papel do professor como mediador do processo de aprendizagem do estudante e ainda destaca a linguagem como ferramenta cultural constitutiva de sujeitos. Segundo os autores, uma concepção de educação transformadora, baseada em Paulo Freire, privilegiando a contextualização e incluindo a interdisciplinaridade.

6.3.1.2. Descrição da obra

A obra é constituída de três volumes, organizados em unidades e capítulos, nos quais se desenvolvem conteúdos de Química relacionados a temas sociocientíficos. Apresenta inicialmente uma página intitulada “Conheça seu livro”, em que são fornecidas informações sobre seções nas quais se propõem atividades ao estudante, denominadas de “Tema em foco”, “Debata e entenda”, “Pense”, “A ciência na história”, “Ação e cidadania”, “Química na escola”, “Atitude sustentável”, “Exercícios e atividades”, “O que aprendemos neste capítulo”. Nas páginas finais de cada livro são apresentados: o gabarito dos exercícios; uma seção denominada de “É bom ler”, em que são indicadas referências bibliográficas complementares de cada unidade; a bibliografia básica consultada; uma tabela periódica; e informações sobre segurança no laboratório.

6.3.1.3. Análise da obra

Os volumes abordam os conteúdos de forma contextualizada, visando os aspectos sociais, econômicos e histórico-científicos. A obra em um todo apresenta vários aspectos positivos como:

- a) experimentos que podem ser realizados tanto em sala de aula, como no laboratório ou até mesmo em casa. Essa seção é denominada “Química na escola”, com recomendação para a leitura das normas de segurança no laboratório, localizadas na última página do livro;
- b) pergunta em destaque, que é pertinente para introduzir o próximo conteúdo, intitulada “Pense”;
- c) resumo de cada capítulo em destaque no final: “O que aprendemos neste capítulo”;
- d) atividades em grupo, a serem desenvolvidas com base em questionários: “Debata e entenda”.

Os exercícios colocados na obra são referentes a vestibulares e não se apresentam questões referentes ao Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). O volume 3 apresentou uma ilustração equivocada, ou seja, fora do contexto abordado no capítulo. O capítulo de modelos atômicos aborda o conteúdo de forma cronológica e aponta as limitações de cada modelo. Aspectos maniqueístas não foram encontrados na obra.

6.3.2. Livro B – Martha Reis (Química)

6.3.2.1. Visão geral da obra

A obra apresenta uma configuração que favorece o aluno a construir condições para argumentar sobre questões relacionadas à ciência, tecnologia e sociedade. Nos três volumes da obra são enfatizadas as relações entre conhecimentos científicos, tecnologia, ambiente e sociedade. Os textos proporcionam contextualização dos conceitos químicos considerando os conhecimentos prévios dos alunos. São sugeridas atividades de discussão em

grupos. O manual do professor apresenta sugestões que possibilitam o envolvimento mais ativo do aluno com o professor, auxiliando o processo de aprendizagem. Aborda um aprimoramento e aprofundamento do conhecimento em cada tema por meio de leituras complementares, acesso a filmes e a sites.

6.3.2.2. Descrição da obra

A obra digital apresenta um conjunto de três DVDs, contém orientações e sugestões de uso, além dos Objetos Educacionais Digitais (OEDs). A obra digital está estruturada em seu “menu” principal em: Capa; Sumário do Livro; Sumário dos OED, com visualização das páginas em miniaturas; Adição e visualização de páginas favoritas; Adição e visualização de anotações; Ativar/Desativar modo de desenho; Definições e ajustes do modo de leitura.

A obra impressa está organizada em três volumes, cada um com cinco unidades. Para o desenvolvimento de cada unidade, apresenta um tema relacionado a questões ambientais e sociais, a partir do qual propõe assuntos-chave para o estudo dos conceitos químicos expostos.

Em cada volume da obra são apresentadas as seções e os boxes que compõem cada unidade do livro, contendo algumas ilustrações e legenda, de forma a possibilitar o conhecimento da organização e a familiaridade com a obra desde a primeira leitura: “Conheça seu livro” - (1) Abertura da Unidade; (2) Saiu na Mídia; (3) Cotidiano do Químico; (4) Experimento; (5) Curiosidade; (6) Exercícios de Revisão; (7) De onde vem... Para onde vai?; (8) Questões; e (9) Compreendendo o Mundo. Nos volumes 2 e 3, há a seção (10) Química e Saúde, com ícone que indica objetos educacionais digitais relacionados aos conteúdos do livro. A “Abertura da Unidade” apresenta sempre uma imagem impressa em duas páginas e um breve texto que explora a relevância do tema ambiental que norteia cada unidade, a partir da pergunta “Como isso nos afeta?”. A seção “Saiu na mídia!” envolve a apresentação de um texto jornalístico relacionado com o tema da unidade e de uma ou mais questões. Na seção “Cotidiano do Químico” são apresentados processos químicos realizados em laboratório. A seção “Experimento” propõe atividades experimentais de fácil aplicação nas escolas de Ensino Médio. A seção “Curiosidade” relata fatos

intrigantes, dados históricos ou informações complementares aos conteúdos abordados. “Exercícios de revisão” e “Questões” são seções que apresentam atividades relacionadas aos conteúdos presentes no respectivo capítulo. A seção “De onde vem... para onde vai?” contextualiza processos químicos e utilização de matérias-primas, assim como na seção “Química e Saúde” se observa a contextualização de conceitos químicos com temas relacionados à saúde. A seção “Compreendendo o Mundo” finaliza cada unidade e busca estabelecer relações com o tema que será explorado na unidade seguinte. No final de cada volume são apresentados para o aluno e para o professor: (1) sugestões de leitura, filmes e sites; (2) bibliografia; e (3) índice remissivo.

6.3.2.3. Análise da obra

A obra apresenta contextualização do conteúdo de química no âmbito econômico, social, principalmente conscientização sustentável, como também preocupação com o meio ambiente. Há exercícios de vestibular e de Enem, atividades e sugere trabalhos em grupos relacionados com o conteúdo do capítulo. Informações e conhecimentos adicionais apresentadas em “Saiu na mídia”, “Química na saúde”, “Cotidiano do químico” e “Curiosidades” relacionados com o conteúdo abordado em cada capítulo. O capítulo de modelos atômicos apresenta as controvérsias à época de proposição de cada modelo e suas limitações, bem como sua evolução cronológica. Entretanto, o autor explicou de forma inadequada o modelo atômico de Thomson através da analogia com o “pudim de passas”. Os experimentos de laboratório sugeridos estão relacionados com o conteúdo do capítulo, são de fácil execução na escola e utilizam material alternativo. Aspectos maniqueístas não foram encontrados nesta obra.

6.3.3. Livro C – Eduardo Mortimer e Andréa Horta (Química)

6.3.3.1. Visão geral da obra

A obra apresenta a concepção teórico-metodológica com base na proposta de ensino inovador de Química. Cada um dos volumes apresenta, em seu início, uma introdução sobre o que será estudado no livro. Traz ainda o sumário do conteúdo dos outros dois livros da coleção.

6.3.3.2. Descrição da obra

O volume 1 dedica-se ao estudo das propriedades das substâncias e dos materiais; o volume 2 aprofunda conhecimentos já vistos e acrescenta o estudo das transformações das substâncias e de Físico-Química. O volume 3 dedica-se ao estudo da Química Orgânica, dos materiais e a questões ambientais associadas à água e à atmosfera. O Livro do Aluno, nos três volumes da obra, está organizado nas seguintes seções: Atividade, Projeto (ausente em alguns capítulos) e Texto.

A seção Atividade propõe experimentos para serem desenvolvidos pelos alunos e demonstrações a serem realizadas pelo professor. Pode ainda incluir estudos dirigidos, com textos oferecidos pelo próprio livro ou pesquisados em outras fontes de consulta. Há também uso recorrente de perguntas para despertar interesse e introduzir o aluno nos temas estudados no capítulo.

A seção Projeto propõe a realização de pesquisas, algumas delas envolvendo atividades fora do ambiente escolar. A seção Texto é empregada, em sua quase totalidade, para dissertar sobre o conteúdo conceitual dos temas abordados em cada capítulo. Em algumas oportunidades, os textos se dedicam a complementar e/ou comentar aspectos tratados na seção Atividade.

O livro contém ainda seções complementares às já citadas, que envolvem resolução de exercícios, divididos em quatro categorias: Questões preliminares; Exercícios; Questões; e Questões de exames. Cada um dos

capítulos da coleção apresenta sítios de internet para consulta. Ao final de cada um dos volumes, constam como anexos uma Tabela com potenciais de eletrodos-padrão a 25°C (ausente no Volume 1), Tabela Periódica com dados sobre os átomos e uma segunda Tabela Periódica, contendo os valores da primeira energia de ionização. Segue-se a seção com respostas dos exercícios propostos, sugestões de leitura, bibliografia consultada e índice remissivo.

6.3.3.3. Análise da obra

A obra aborda de forma contextualizada os conteúdos com os aspectos do cotidiano, da história, da sociedade, do meio ambiente, da saúde e da economia. Apresenta várias questões de vestibular e do Enem, como também atividades práticas com questões que se referem ao conteúdo do capítulo e links da internet com a proposta de atividades extras sobre o conteúdo no final do capítulo, tais como: laboratórios virtuais, artigos (por exemplo, Química Nova e Química Nova na Escola) e experimentos.

No volume 1, o capítulo de modelos para o átomo apresentou as controvérsias e limitações das ideias e dos modelos ao longo do tempo, e ainda, para cada modelo atômico foram colocados textos com dados históricos e científicos. Entretanto, o modelo de Thomson foi apresentado de forma inadequada, empregando uma analogia com o “panetone”. Aspectos maniqueístas não foram observados nesta obra.

Todas as obras analisadas neste trabalho apresentam a maior parte dos experimentos no método tradicional conforme descrito no trabalho de Vidrik e Mello (2015). Os dados históricos nos livros didáticos do PNLD 2015 abordam os processos científicos com a participação coletiva de cientistas na construção das teorias com suas divergências, o que mostra a mudança na abordagem histórica nos livros atuais. Segundo Vidal e Porto (2012), as obras do PNLD anterior mencionavam a história de forma linear, simplista e aparentando uma atuação individual dos cientistas, o que mostra que houve uma evolução na abordagem histórica nas novas edições.

6.4. ANÁLISE CONTEXTUAL DOS CONTEÚDOS DE RADIOATIVIDADE E RADIAÇÕES.

Num primeiro momento as obras foram analisadas, buscando localizar, identificar e avaliar a temática de radiações e radioatividade dentro dos conteúdos apresentados em cada obra. A partir da primeira análise se fez uma releitura sobre os elementos identificados, de forma que eles foram sendo categorizados, empregando-se categorias prévias e também se construindo categorias emergentes, a partir da segunda análise. Buscou-se também identificar aspectos negativos ou maniqueístas, que possam induzir ao preconceito sobre as temáticas de radiações e radioatividade. Além disso, os critérios de avaliação do PNL D pré-selecionados foram utilizados durante a análise de cada livro.

6.4.1. Livro A – Wildson Santos e Gerson Mol (Química Cidadã)

O livro (A1) introduz o tema radiações já no capítulo de materiais e processos de separação (pág. 47), na parte de destino dos resíduos não reutilizáveis ou recicláveis. Há uma tabela onde se mostra a classificação do lixo na forma de: critérios (origem do lixo), classificação, características/observações e exemplos. Essa primeira informação sobre o tema é apresentada de forma adequada, pois os resíduos radioativos são apresentados como uma das categorias de resíduos gerados pelas atividades humanas.

Nessa parte não há expressões que caracterizem algum tipo de visão negativa em relação ao tema. De certa forma, é interessante observar que a citação do tema radioatividade aparece na classificação do lixo e já no primeiro capítulo, o que não era esperado, pois a abordagem de resíduos sólidos, normalmente, encontra-se mais direcionada ao consumo diário da população. Portanto, dessa identificação pontual surgiu uma categoria emergente, pois não é obrigatório aparecer na classificação dos resíduos sólidos, embora seja importante.

O aparecimento do tema radiações e radioatividade no capítulo de modelos atômicos era previsível, sendo essa uma categoria que havia sido definida previamente à análise. De fato, nesse capítulo, apresentam-se as radiações que vêm do sol (pág.145). Dentro deste assunto aparece o tema radioatividade e o átomo (pág. 153 e 154). É apresentada a descoberta dos raios-X e o avanço do conhecimento da radioatividade com as descobertas do casal Pierre e Marie Curie, acompanhadas de ilustrações. A descoberta de dois tipos de radiações alfa (α) e beta (β) por Rutherford é discutida na página 155 e nesta página o livro apresenta uma figura com as trajetórias das radiações α e β em um campo elétrico. Nas páginas de 156 a 158 apresenta espalhamento de radiação alfa através de um esquema do experimento do Rutherford, a sua história na ciência e ainda a representação esquemática explicando o modelo idealizado por ele. A abordagem do tema radiações no capítulo que trata de modelos atômicos era esperada, já que as descobertas no campo das radiações e radioatividade tiveram uma grande contribuição para a evolução dos modelos atômicos. Então, por ser previsível encontrar esse tema no capítulo de modelos atômicos, era uma categoria prévia.

Dentro do capítulo “Classificação Periódica”, a obra aborda “Elementos Químicos: síntese, descoberta e simbologia” (pág. 192). Faz referência a átomos de elementos sintetizados, mostra a foto de um equipamento utilizado na área da medicina, menciona sobre o elemento radioativo tecnécio e ainda comenta que a síntese de alguns elementos químicos trouxe contribuições significativas para sociedade. Nas próximas páginas, 194 e 196, aparecem fotos de instalações do acelerador de partículas do Centro Europeu de Pesquisa e do Instituto Nacional para Pesquisa Nuclear na Rússia, comentando-se os enormes investimentos na pesquisa para a compreensão da natureza das partículas e a síntese e identificação dos elementos artificiais, respectivamente. Esta contextualização da classificação periódica com os centros de pesquisa nuclear e com a menção ao elemento tecnécio não era esperada, originando assim uma categoria emergente.

A obra (A2) apresenta, no capítulo de termoquímica, a seção “Tema em foco: Energia, Sociedade e Ambiente” (pág. 186 a 190), ilustrado por figuras que representam fissão e fusão nuclear (pág. 188 e 189). Há uma linha do

tempo apresentando fatos relacionados à energia nuclear e uma foto da usina nuclear de Angra dos Reis, na página 190. Neste volume há um capítulo dedicado somente à energia nuclear, nas páginas 264 a 299, onde aparecem conceitos de radiações e de radioatividade, aplicações e efeitos (datação por carbono-14, medicina, radioisótopos na agricultura, irradiação de alimentos, indústria e previsão do tempo). Há ainda considerações sobre o órgão que fiscaliza atividades relacionadas ao uso de fontes de radiação ionizante (Comissão Nacional de Energia Nuclear, CNEN) e funcionamento do contador Geiger-Müller. Na página 265, há um questionamento: “Energia nuclear como energia limpa?” Segue-se um texto explicativo. É interessante observar que, atualmente, a energia nuclear passou a ser considerada uma fonte de energia limpa, se comparada com outras formas de geração de energia a base de combustíveis fósseis.

Outro aspecto importante abordado é sobre os rejeitos nucleares e o tratamento e disposição dos rejeitos radioativos, na parte em que aborda as usinas nucleares e sua importância (pág. 297 a 299). Apresenta a política energética, mostrando as várias fontes energéticas e suas limitações, de forma contextualizada e buscando a conscientização, ou seja, como podemos contribuir para diminuição do problema energético. Discute também o Brasil no contexto energético mundial, no item “Tema em foco” (pág. 300 a 304). Entretanto, neste mesmo capítulo são apresentadas controvérsias científicas levantadas pelo Greenpeace, na forma de um relatório sobre os riscos das usinas nucleares no mundo (pág. 266), onde se encontra uma foto de manifestantes contrários à construção da usina nuclear de Angra 3 (pág. 267). São discutidos aspectos como as políticas energéticas (pág. 300), os acidentes nucleares (pág. 306) e as bombas atômicas (pág. 309). O tópico “Debata e Entenda” aborda a energia no Brasil, apresentando as vantagens e as desvantagens de diferentes fontes energéticas, incluindo a energia nuclear.

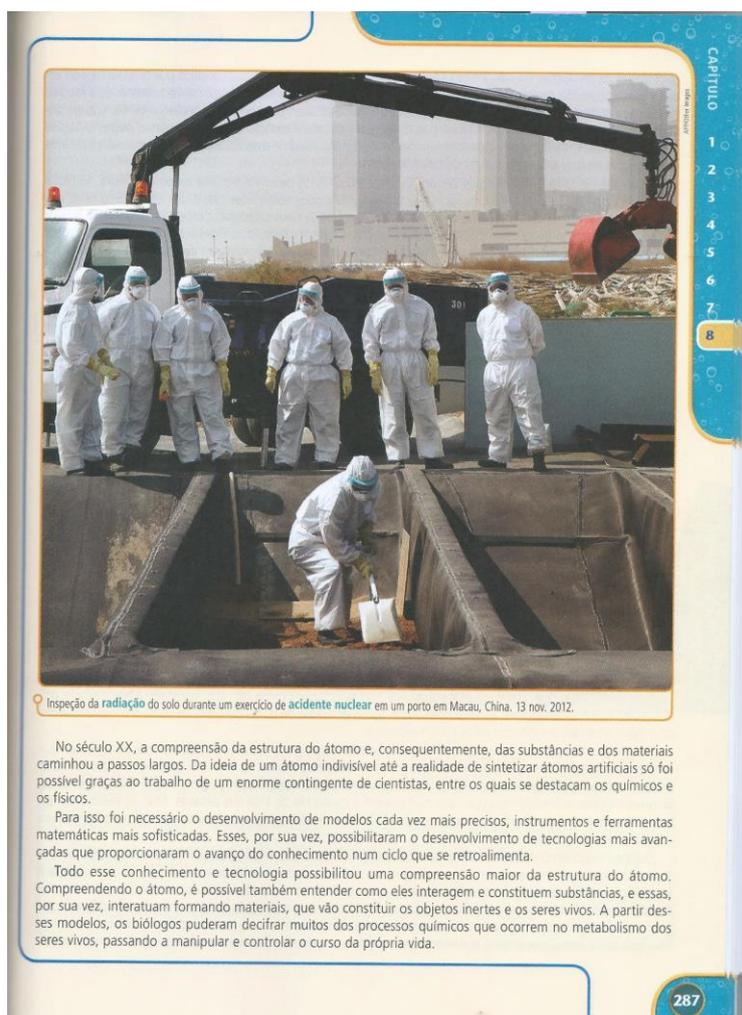
Esta obra apresenta tanto os aspectos positivos quanto os negativos em relação à radioatividade, mas é possível identificar uma certa predominância dos fatos negativos em detrimento dos benefícios que se pode promover com a sua utilização correta e segura, conforme discutido no trabalho de Xavier *et al.* (2007).

Como era esperado encontrar menção ao tema reações nucleares neste capítulo, já que é uma importante fonte de energia para vários países do mundo, esta foi uma das categorias estabelecidas previamente à análise.

A obra (A3) apresenta dentro do capítulo “Alimentos e Funções Orgânicas” a seção “Química da Conservação de Alimentos”, na qual mostra um quadro com alguns dos principais métodos de conservação de alimentos, comentando sobre a esterilização pela radiação, que é muito utilizada atualmente (pág. 95).

O capítulo “Modelo Atômico – Como a quântica mudou o modo de ver o mundo?” discorre sobre as propriedades do modelo quântico para o átomo. Junto a essa discussão, na página 287, há uma foto (Figura 2) sobre inspeção da radiação de solo durante um exercício de simulação de acidente nuclear em um ponto em Macau, China. Entretanto, essa foto não se encaixa no contexto do “Tema em foco”, pois o assunto abordado no texto é “O Microcosmo do mundo atômico: luz para uma nova visão de mundo”.

Figura 2: Foto da página sobre a inspeção da radiação de solo durante um exercício de acidente nuclear em um ponto em Macau, China (13, nov. 2012).



Fonte: SANTOS, 2013, p. 287.

Esta foto representa uma categoria emergente, por não apresentar conexão com o modelo quântico do átomo, que é o que está sendo tratado neste capítulo. Parece que a foto está ali apenas para chamar a atenção. Inclusive, é o único ponto do livro no qual há uma conotação negativa explícita em relação ao tema de radiações e radioatividade. Este aspecto negativo foi classificado em uma categoria emergente, pois mostra uma ilustração inesperada e sem contribuição para a discussão do desenvolvimento dos modelos e das tecnologias propostas neste tema em foco.

Outras ilustrações apresentam a descoberta dos raios-X e sua utilização em radiografias, pág. 288. Trechos sobre o acidente em Goiânia (abertura de

uma cápsula de aparelho radioterapia), a energia através de transformações nucleares e as bombas atômicas. Também coloca o medo da humanidade com relação à energia e à radiação nuclear provenientes de bombas atômicas, mas acrescenta que atualmente o medo é outro, como a falta de água, de comida e ondas de calor intenso. Este novo medo, de acordo com os autores, é devido à energia gerada a partir de combustíveis fósseis, que provoca o aquecimento global. Essas alterações climáticas colocam a energia nuclear em outra perspectiva como energia alternativa (pág. 288).

Outra categoria emergente aparece no modelo quântico, no tópico “Debata e entenda” (pág. 289), onde sugere a discussão por meio da questão “A radioatividade pode provocar ou não danos à nossa saúde? Justifique.” entre outras perguntas. Este tópico, que introduz o capítulo de modelo quântico, coloca vários questionamentos em relação ao desenvolvimento científico e tecnológico, mostrando que não apresenta só vantagens, e ainda a exploração descontrolada dos recursos naturais gerando alterações ambientais. Ao contrário da análise de Costa, Pinheiro e Moradillo (2016), que afirmam que as obras não relatam reflexões críticas sobre aplicação deste conhecimento na sociedade, aqui encontramos, no livro A, um questionamento sobre o tema já no início do capítulo, mostrando um resultado mais parecido com o da autora Silva (2015), que identificou em uma das obras investigadas a relação entre Ciência e sociedade sob uma visão crítica das problemáticas atuais.

6.4.2. Livro B – Martha Reis (Química)

Esta obra coloca em cada unidade uma temática que introduz os conteúdos que serão tratados no decorrer dos capítulos.

Em (B1) ocorrem categorias prévias, pois a temática de radiações e radioatividade aparece associada a questões ambientais e radiações, dentro da categoria prévia de modelos atômicos. Primeiramente, na abertura do Capítulo 9 de (B1) o tópico “Saiu na Mídia” comenta sobre a radiação ultravioleta (UV),

pág. 138 e a relação da diminuição da camada de ozônio com o aumento da radiação UV, pág. 140.

A abertura da unidade 3 com o tópico “Como isso afeta?” coloca informações sobre a poluição eletromagnética (radiações invisíveis) e sua origem na página 150. O tópico “Saiu na Mídia” inicia o capítulo intitulado Eletricidade e Radioatividade, apresentando o assunto “A poluição silenciosa e invisível”, a sua origem, emissão e a diferença entre as radiações ionizantes e não ionizantes. Também coloca que a radiação eletromagnética não é radioatividade, pág. 152.

No capítulo Eletricidade e Radioatividade, aborda a descoberta dos raios-X e mostra imagem dos raios-X das mãos de uma mulher e com peculiaridade de enfatizar que os raios-X não atravessam o ouro da aliança (pág. 160). Também explica o que é radioatividade e apresenta um desenho esquemático com os diferentes comportamentos das radiações α , β e γ quando submetidas a um campo elétrico (pág. 162). E ainda nesta página apresenta quase que como curiosidade os trabalhos científicos do casal Curie. O tópico “Cotidiano do Químico” refere-se à descoberta do elemento rádio por Pierre e Marie Curie (pág. 163). Esta abordagem assemelha-se à que foi identificada por Vidal e Porto (2012), que afirmam que os relatos históricos, de maneira geral, estão relacionados a abordagens simplistas e superficiais e na concepção de evolução linear da ciência.

Esta parte da obra aborda assuntos como camada de ozônio, poluição eletromagnética, a diferença entre radiação eletromagnética e radioatividade, e a introdução da eletricidade e da radioatividade antes da abordagem da evolução dos modelos atômicos, o que sugere uma categoria emergente por já construir conceitos científicos e desmistificando conceitos errôneos sobre estes temas para iniciar a discussão e limitações de cada modelo atômico.

No capítulo que aborda a evolução dos modelos atômicos observa-se, como era esperado, o tema de radioatividade (categoria prévia) na apresentação do modelo de Rutherford, pág. 167 a 169. Descreve o experimento que utilizou uma amostra de polônio (elemento radioativo emissor de partículas α) para bombardear alvos de diferentes metais e cujos resultados

levaram Rutherford a propor um novo modelo para o átomo, com a carga positiva concentrada em uma pequena região do espaço, o núcleo.

No começo desse mesmo capítulo o tópico “Saiu na Mídia”, como mostra a Figura 3, aborda o assunto poluição eletromagnética. O texto comenta sobre o aumento da incidência de câncer provocado pelas antenas da Rádio Vaticano (Itália), para questionar o que são ondas eletromagnéticas (pág. 165). Este assunto como abertura da evolução dos modelos atômicos não está dentro do contexto, pois não sugere a relação com os modelos atômicos e também desvia da proposta de mostrar a evolução e as limitações de cada modelo. Observa-se aqui um tópico que apenas contribui para a disseminação de uma imagem negativa associada às radiações e radioatividade, sem contribuir significativamente para a compreensão da evolução dos modelos atômicos, que é o tema abordado no capítulo.

Figura 3: "Saiu na Mídia", tópico com comentário sobre a poluição eletromagnética.

CAPÍTULO
11

Evolução dos modelos atômicos

Saiu na Mídia!

Poluição eletromagnética

"Um tribunal italiano condenou [...] membros da Rádio Vaticano por poluírem a atmosfera com potentes ondas eletromagnéticas vindas da transmissão de uma estação de rádio, informaram autoridades.

O cardeal Roberto Tucci, que chefiava o comitê de gerência da Rádio Vaticano, e o diretor geral da estação, Pasquale Borgomeo, receberam 10 dias de suspensão e multa ainda sem valor definido, de acordo com representantes da Justiça.

Ambos negaram ter culpa nas acusações e os advogados de defesa disseram que vão recorrer da decisão.

O caso surgiu após a divulgação de um relatório médico, em 2001, por uma agência de saúde pública que mostrou um alto número de pessoas que contraíram ou morreram de leucemia e que moram perto das antenas da Rádio Vaticano.

Um julgamento inicial foi suspenso em 2002 depois de um juiz determinar que as leis italianas não podem ser aplicadas à Rádio Vaticano porque seu centro de transmissão é parte da Cidade do Vaticano, que é um Estado independente e soberano.

Essa decisão foi revertida mais tarde e representantes da

Rádio Vaticano se viram de novo na mira da Justiça.

"Depois de muitos atrasos e desperdício de tempo, hoje conseguimos um importante sucesso que enfatiza a necessidade de proteger as pessoas da 'eletropoluição', disse Roberto Della Seta, presidente do grupo ambientalista Legambiente.

A Rádio Vaticano, que transmite [sua programação] em quarenta idiomas, afirma respeitar os limites internacionais de transmissão e rejeitou as conclusões de um segundo relatório independente que relaciona a alta capacidade das antenas da emissora com o salto da incidência de câncer."

Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/ultnot/reuters/2005/05/09/ult729u46674.jhtm>>. Acesso em: 10 maio 2012.



Torres de transmissão de rádio

Você sabe explicar?

▶ O que são ondas eletromagnéticas?

165

Fonte: FONSECA, 2013, p.165.

Obteve-se outra categoria emergente de tipos de radiações e antimatéria, que aparecem em outro tópico "Saiu na Mídia", no qual é feita comparação e classificação dos tipos de radiações não ionizantes e ionizantes, por meio de representação esquemática, com as suas respectivas frequências, comprimento de onda, forma de produção e aplicação, e desta forma introduz o

capítulo intitulado “Modelo básico do átomo” (pág. 181). Este tópico também informa que a radiação ionizante possui uma energia suficiente para ionizar átomos e moléculas, o que chama atenção para o próximo assunto sobre o modelo básico do átomo. Nas páginas 182 e 183 aborda a relação do número atômico com o número de prótons e a descoberta do nêutron através de experimentos com raios-X e bombardeamento de berílio com partículas α , respectivamente. Os assuntos radiações ionizantes e antimatéria (pág. 186) não eram esperados ser encontrados dentro no contexto do átomo, apesar de que seja interessante abordar os tipos de radiações fora do tema radioatividade para interligar com o átomo, como também correlacionar com o tema antimatéria. Partindo desta análise pode-se classificar como sendo uma categoria emergente os temas de radiações ionizantes e não ionizantes e de antimatéria.

A categoria emergente ambiental aparece no livro (B1), na Unidade 4, “Poluição de interiores”, onde comenta sobre o radônio, produto de decaimento do urânio que pode se acumular em ambientes pouco ventilados (pág.221). No capítulo “ligações covalentes”, inicia com “As causas da poluição atmosférica de interiores”, na seção “Saiu na Mídia”, abordando vários contaminantes e principalmente o radônio presente nos interiores e questiona se o radônio é um gás nobre ou raro e se é considerado poluente, com base no texto (pág. 222). Na página 224, responde a questão anterior e mostra as contaminações do ambiente por gás radônio, utilizando a ilustração de uma casa, onde destaca os pontos onde pode ocorrer acumulação de gás radônio. Esse é um tema que tem muito mais relevância em países nos quais o inverno é muito rigoroso e os ambientes permanecem fechados, sem ventilação natural por longos períodos. Não chega a ser um tema relevante para países de clima predominantemente quente, como o Brasil, onde as janelas em geral permanecem longos períodos abertas.

O tema de poluição de interiores é finalizado com o tópico “Compreendendo o mundo”, o qual aborda as substâncias que são nocivas ao meio ambiente e como o radônio, emitido a partir do subsolo, se infiltra nos ambientes fechados (pág. 269). No final do volume apresenta sugestões de leitura, filmes e sites (pág. 318). A introdução das ligações covalentes através

do gás radônio como poluente de interiores foi interessante como exemplo de ligação covalente e como alerta para a saúde dos ambientes confinados. Portanto, pode-se classificar a temática de poluição de interiores como uma categoria emergente, pois não se esperava encontrar a menção a este fato na abordagem de ligações covalentes.

A categoria prévia expressa em usinas nucleares é constatada na Unidade 3, que apresenta à temática “Poluição térmica” (pág. 135). O Capítulo 11 inicia a Cinética Química (pág. 167) com o tópico “Saiu da Mídia” sobre o aumento da temperatura da água dos rios com o despejo da água de resfriamento de usinas termoelétricas e nucleares, provocando a perda do oxigênio e maior formação de neblina. No final do texto questiona: “Por que a elevação da temperatura aumenta a reatividade das substâncias?” Esta pergunta introduz o conteúdo em cinética química, que desenvolve o conhecimento científico da taxa de desenvolvimento da reação (velocidade de reação), os fatores que a influenciam, como alterar a velocidade de reação e o mecanismo de reação. A cinética química envolve reações químicas e conseqüentemente esperava-se abordar o tema de geração de energia. No entanto, só foram comentados no texto “Poluição Térmica” os prejuízos ambientais da água de resfriamento de usinas nucleares e termoelétricas, o que sugere mais um aspecto negativo em relação à energia nuclear. Contudo, o contexto está relacionado com a cinética química, pois enfatiza a influência da temperatura na solubilidade do oxigênio em água e na reatividade de poluentes. O tópico “Compreendendo o mundo” (pág. 189) apresenta outro tipo de resfriamento sem perda de água, indicado para usinas nucleares (como as existentes em Angra dos Reis) com suas vantagens e desvantagens. Portanto, o assunto de usinas nucleares abordado neste capítulo era esperado, pois se trata de transformações químicas, então se enquadra como uma categoria prévia.

O livro (B3), no Capítulo 4, intitulado “Petróleo, hulha e madeira” apresenta uma tabela que compara os tipos de energias renováveis e não renováveis através das suas características, vantagens e desvantagens (pág. 73). Para energia nuclear a vantagem apresentada é que não contribui para o efeito estufa e as desvantagens apresentadas foram o alto custo, o elevado

risco para acidentes e sérios problemas com rejeitos. Comparando a vantagem e as desvantagens da energia nuclear, percebe-se uma conotação mais negativa, pois se utiliza de superlativos para descrever a suas desvantagens, como no trecho abaixo.

Apresenta um custo elevadíssimo, alto risco de acidentes e sérios problemas com rejeitos. (FONSECA, 2013, p. 73)

A Unidade 5 trata do tema atividade nuclear onde, no tópico “Como isso nos afeta?”, introduz o tema radioatividade de forma que pode ser considerada bastante polêmica. Apesar de colocar riscos de ataque terroristas utilizando fontes radioativas e o investimento em enriquecimento de urânio por países que não possuem armas nucleares, por outro lado coloca os benefícios que esta tecnologia traz.

O capítulo inicia (pág. 291) com as leis da radioatividade, os tipos de emissões, o contador Geiger-Müller, período de meia-vida, datação pelo carbono-14 e series radioativas naturais até a pág. 299. No tópico “Curiosidade” trata do acidente com césio-137 que ocorreu em Goiânia, com muitos detalhes do acidente e uma foto da interdição de uma área contaminada (pág. 301), mostrando o despreparo dos funcionários e curiosos sem proteção adequada e sem conhecimento dos riscos à saúde. A apresentação e a discussão desta foto dentro do contexto do acidente de Goiânia mostra a importância da relação entre o conhecimento da radioatividade e os seus riscos e benefícios, quando bem aplicado. Mas a particular escolha de fotos apresentada também contribui para estimular a visão negativa da população em relação ao emprego de radioisótopos.

Outro aspecto importante observado no tópico “Saiu na Mídia”, no texto “O que pode ir parar num depósito de sucata? E o que fazer?” trata da origem de material metálico em depósito de sucatas, pois muitos materiais radioativos estão presentes na indústria e na medicina, em quais equipamentos são encontrados estes materiais e os cuidados quando encontrar um material suspeito (pág. 290). Uma aplicação pacífica importante para a radioatividade é a conservação de alimentos por irradiação (pág. 302). Portanto, este capítulo mostra tanto os aspectos positivos como os negativos da radioatividade, o que

contribui para a construção do aprendizado e provavelmente não contribua para uma imagem tão negativa da população em relação ao tema.

No Capítulo 18 (Energia nuclear) coloca, na seção “Saiu na Mídia” o texto: “Japão cogita abrir mão da energia nuclear em 2030, diz ministro”. Esse texto trata da realidade energética vivida pela população japonesa. Neste tópico é apresentada uma foto com imagem de uma manifestação antinuclear (pág. 305), apresentando aspectos negativos na utilização da energia nuclear. A pergunta “Como foi o acidente nuclear de Fukushima?” introduz o assunto de usinas nucleares.

Neste capítulo apresenta os conteúdos sobre aceleradores de partículas (foto do Grande Colisor de Hádrons) e radioatividade artificial (pág. 306 e 307). No tópico “De onde vem... para onde vai?”, como mostra a Figura 4, trata do gerador de tecnécio, onde descreve o funcionamento e sua aplicação na medicina (pág. 308) e uma imagem da foto do gerador de tecnécio fabricado pelo Ipen (pág. 309).

Figura 4: "De onde vem... para onde vai?" onde trata do gerador de tecnécio.

De onde vem... para onde vai?

Gerador de tecnécio

O processo industrial

O Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen) atualmente fabrica e exporta para vários países o gerador de tecnécio, utilizado no diagnóstico de diversas doenças, principalmente as relacionadas ao músculo cardíaco.

O tecnécio foi descoberto em 1937 pelo físico italiano Emilio Gino Segrè (1905-1989) ao bombardear o molibdênio metálico com dêuterons acelerados.

$${}^{92}_{42}\text{Mo} + {}^2_1\text{D} \longrightarrow {}^{99}_{43}\text{Tc} + {}^1_0\text{n}$$

O isótopo do tecnécio utilizado em diagnósticos, porém, é obtido pelo decaimento do molibdênio-99, por emissão de partícula beta.

$${}^{99}_{42}\text{Mo} \longrightarrow {}^{99m}_{43}\text{Tc} + {}^0_{-1}\beta$$

O molibdênio-99, por sua vez, é produzido na fissão (quebra do núcleo) do urânio-235.

O tecnécio-99 é utilizado porque apresenta a propriedade de permanecer por algum tempo num estado denominado metastável, simbolizado pela letra **m**: ${}^{99m}_{43}\text{Tc}$.

Um núcleo metastável é aquele que permanece num estado excitado por período de tempo de pelo menos um nanossegundo, 10^{-9} s.

Trata-se de um fenômeno semelhante ao que ocorre na eletrosfera quando os elétrons são excitados e emitem ondas eletromagnéticas para voltar a um estado de menor energia. O núcleo do tecnécio-99, para passar de um estado excitado (e instável) para outro menos energético, emite ondas eletromagnéticas com comprimento de onda da ordem de 10^{-12} m, ou seja, radiação gama.

$${}^{99m}_{43}\text{Tc} \longrightarrow {}^{99}_{43}\text{Tc} + {}^0_0\gamma$$

O diagnóstico médico é feito justamente a partir das radiações gama emitidas por esse isótopo, detectadas em um equipamento especial – contador de cintilação –, que proporciona a imagem do órgão afetado. A vantagem de se usar o tecnécio-99 em diagnósticos é que ele apresenta uma meia-vida considerada bastante curta (6,02 horas); assim, a emissão de radiação gama ocorre por um pequeno espaço de tempo, sem que haja danos significativos à saúde do paciente.

É claro que esse não é um exame de rotina e que só é feito nos casos em que a gravidade da doença justifica os riscos da exposição à radiação e até por questões financeiras: o custo do tecnécio-99 é estimado em 400 dólares por curie.

O curie é uma unidade de radioatividade simbolizada por Ci, que equivale ao becquerel, Bq. É definida como a quantidade de qualquer isótopo radioativo que se desintegra à razão de $3,7 \cdot 10^{10}$ núcleos por segundo.

Segundo os técnicos do Ipen, como os isótopos radioativos têm uma meia-vida determinada, o gerador de tecnécio é feito sob encomenda e o tempo em que ele começa a ser montado, o tempo em que será transportado de avião (no caso de ser fornecido a outro estado ou país), até o momento em que está marcado o exame precisam ser calculados para que tudo se desenvolva satisfatoriamente.

Como o tecnécio tem meia-vida muito curta, o gerador é feito com o íon molibdato, ${}^{99}\text{MoO}_4^{2-}$, radioativo, adsorvido em grânulos de albumina (principal proteína da clara de ovo).

O íon pertecnetato, ${}^{99m}\text{TcO}_4^-$, forma-se quando o núcleo de molibdênio-99 sofre decaimento. Formado no gerador, esse íon passa para uma solução fisiológica de NaCl, cuja pressão osmótica coincide com a do sangue.

Para analisar as condições do coração, o médico injeta íon estanho II, $\text{Sn}^{2+}(\text{aq})$, na veia do paciente e alguns minutos depois administra uma injeção do íon pertecnetato disperso em solução fisiológica. Na presença do íon $\text{Sn}^{2+}(\text{aq})$, o íon ${}^{99m}\text{TcO}_4^-$ liga-se às hemácias do sangue. Como a função do coração é bombear o sangue pelo organismo, ele se torna visível num equipamento sensível aos raios gama (aparelho de cintilografia).

O pirofosfato de tecnécio, ${}^{99m}\text{TcP}_2\text{O}_7$, é outro composto do tecnécio útil na obtenção de imagens pelos raios gama. Esse composto liga-se ao músculo cardíaco que sofreu acidente recente; as imagens permitem avaliar a extensão do dano provocado, por exemplo, por um ataque cardíaco.

308 Unidade 5 • Atividade nuclear

Fonte: FONSECA, 2013, p. 308.

No final do capítulo apresenta os assuntos de fissão nuclear, com a imagem do cientista Fermi, que recebeu o prêmio Nobel de Física pela descoberta da fissão nuclear em 1938; de reação em cadeia, ilustrado com o bombardeamento do urânio-235 por nêutrons; esquema representando o funcionamento de uma usina nuclear (pág. 312); e ainda descreve como ocorreu o acidente de Fukushima, onde responde a questão apresentada no tópico “Saiu da Mídia” (pág. 305).

Além disso, apresenta a bomba atômica (foto da explosão da primeira bomba atômica no deserto do Novo México, pág. 314) e reatores de fusão nuclear (pág. 315). O tópico “compreendendo o mundo” (pág. 317) comenta os acidentes de Chernobyl e de Goiânia, mostrando aspectos negativos como a falta de cuidado, de informações e falha humana e/ou de equipamentos. Esta unidade “Atividade Nuclear” coloca tanto aplicações pacíficas como os riscos inerentes ao uso de energia nuclear. No final da obra apresenta sugestões para leitura em sites e livros e também vídeos e filmes (pág. 318). Segundo os autores Matos, Schuindt e Lorenzetti (2016), os recursos didáticos são pouco explorados. As sugestões apresentadas neste trecho da obra podem contribuir para minimizar este problema.

6.4.3. Livro C – Eduardo Mortimer e Andréa Horta (Química)

O Livro (C1) apresenta, inicialmente, na página 11, a ilustração sobre a descoberta dos raios-X como revolução na medicina. Já na página 150 aborda o capítulo dos modelos atômicos e uma introdução à tabela periódica. Nesse volume apresenta ilustrações de um reator nuclear (pág. 151), de difração dos raios-X (pág. 153), do pesquisador Becquerel e da radiografia de uma mão (pág. 159). O texto e ilustração na página 165 comentam o experimento de Geiger e Marsden e o modelo atômico proposto por Rutherford, que explica os resultados obtidos por eles. Outra figura (pág. 181) apresenta o espectro eletromagnético, enfatizando a região de energia dos raios-X e dos raios gama. Os conteúdos abordados neste capítulo são sobre a descoberta dos raios-X e da radioatividade (pág. 160), do polônio e do rádio (pág. 161) e do modelo de Rutherford. Mostra o feixe das partículas α e também o conceito de isótopos (pág. 168 e 169).

Os isótopos radioativos na medicina para a criação de contraste em imagens médicas aparecem no texto 7, no livro C1 (pág. 169), no capítulo de “modelos para o átomo e introdução à tabela periódica”. Ali é mostrada uma imagem do corpo humano obtida com a radiação gama emitida pelos isótopos radioativos que se acumulam nos ossos, permitindo a detecção de possíveis tumores.

Ainda no capítulo de modelos para átomos, apresenta questões (pág. 181) e exercícios (pág. 186) sobre as radiações eletromagnéticas e também sugere a pesquisa sobre o funcionamento do contador Geiger-Müller através de um esquema (pág. 167). Outra proposta de questão, no livro C1 (pág. 181), seria a localização dos raios-X no espectro eletromagnético e explicar porque não devemos nos expor a grande quantidade dessa radiação.

Nem neste volume e nem na obra como um todo há apresentação em sua classificação de resíduos (pág. 91) o tipo radioativo, pois aborda de modo geral o lixo gerado nos centros urbanos. Logo, teria que apresentar todos os tipos de resíduos sólidos reciclados ou não recicláveis em uma tabela. A preocupação dos autores foi construir aprendizado sobre o conceito de consumo consciente na produção de lixo nos centros urbanos, sugerindo visitas a locais como aterros sanitários, hospitais, indústrias, supermercados, órgãos públicos e outros. Nesses locais os grupos realizariam atividades para determinar a composição do lixo doméstico, aprender a prática de consumo consciente, do ciclo de vida das embalagens visando o lixo doméstico, a coleta seletiva, de como manter uma cidade limpa e o lixo como fonte de renda. Na atividade (pág. 106) onde foi indicada a visita de hospitais, principalmente, poderia ter sido mencionado ou orientado aos estudantes para os resíduos radioativos, o que sugere uma deficiência no conhecimento na parte dos resíduos sólidos.

O livro C2, no capítulo “Termoquímica: energia nas mudanças de estado físico e nas transformações químicas” são mostradas ilustrações de uma usina nuclear (combustível nuclear) na página 59, das estrelas como a origem de átomos de urânio na página 60 e duas fotos dos acidentes nucleares (pág. 61) ocorridos em Chernobyl e em Fukushima. O texto, na página 61, comenta sobre os acidentes nucleares na Pensilvânia (Estados Unidos, 1979), em Chernobyl (Ucrânia, 1986), em Goiânia (Brasil, 1987) e Fukushima (Japão, 2011) com muitos mortos, feridos ou com sequelas graves e contaminação do meio ambiente. Embora seja uma geração de energia eficiente, tem-se a preocupação com os riscos em relação à destinação do lixo nuclear. No tópico “Projeto 1” sugere uma atividade em grupo (pág. 63) na pesquisa de

combustíveis fósseis, de fontes renováveis e de combustíveis nucleares sob o ponto de vista químico, ambiental e social.

O fato do livro falar sobre os acidentes em usinas nucleares não foi considerado, neste trabalho, um aspecto negativo, pela forma como esses acidentes foram abordados no texto. Os acidentes foram discutidos justamente no capítulo que fala das usinas nucleares, estando, portanto, relacionados ao tema desenvolvido no capítulo. Logo, os temas de usinas nucleares e dos acidentes nucleares mostram-se previsíveis dentro do assunto transformações químicas, e assim foram incluídos em uma categoria prévia.

O livro C3, no capítulo “Efeito estufa e mudanças climáticas: química para cuidar do planeta”, apresenta a descoberta das radiações de infravermelho e os efeitos da exposição à radiação ultravioleta (UV) e micro-ondas. A intensidade das radiações UV, visível e infravermelho é apresentada através de ilustrações (pág. 225 a 234). No capítulo que aborda o tema sobre alimentos, não foi comentado sobre a forma de sua conservação por irradiação.

A abordagem do tema de radiações de forma explicativa e atualizada em relação ao conhecimento químico, dentro da temática ambiental, relaciona as intensidades e comprimentos de ondas com as substâncias causadoras do aquecimento global (emissão de gases de fontes naturais e acrescidos de fatores antropogênicos). Outro aspecto observado foi detalhamento com informações e dados científicos sobre as alterações climáticas causadas pelas radiações. Logo, considerou-se a abordagem do tema radiações como uma categoria emergente, quando introduz a abordagem da química ambiental.

Outro aspecto positivo da obra foi a proposta de atividades de ensino que envolvem experimentos para discutir o assunto desenvolvido nos tópicos (exceto a radioatividade) e de projetos em grupo para realização de pesquisa sobre temas referentes ao capítulo.

6.5. ANÁLISE COMPARATIVA DAS OBRAS

Todas as obras apresentam o Manual do Professor, porém a análise foi exclusivamente referente ao Livro do Aluno. O Quadro 5 apresenta um comparativo da abordagem de resíduos sólidos, do modelo atômico, de aspectos ambientais, geração de energia e outros nas obras analisadas. A discussão será feita a seguir.

Quadro 5: Comparativo das semelhanças e diferenças entre as obras analisadas.

Tema	Resíduos sólidos	Modelo Atômico	Geração de energia	Ambiental	Outros
Livro A	Classificação completa	Associação inadequada	Alternativas de fonte de energia – energia nuclear	Preocupação ambiental	Irradiação como forma de conservação de alimentos
Livro B	Classificação sem incluir o tipo de resíduo radioativo*	Associação inadequada usa a expressão “pudim de passas”	Alternativas de fonte de energia – energia nuclear com superlativos	Preocupação ambiental – poluição de interiores e eletromagnéticas	Irradiação como forma de conservação de alimentos
Livro C	Classificação sem incluir o tipo de resíduo radioativo	Associação inadequada usa a expressão “panetone”	Alternativas de fonte de energia (energia nuclear)	Ênfase na química ambiental	Não apresenta irradiação como forma de conservação de alimentos

*Aborda o resíduo de outra forma.

Fonte: a autora, a partir das obras analisadas.

A classificação dos resíduos, incluindo o tipo radioativo, foi apresentada de forma completa, clara e objetiva no livro A (V.1, pág. 42 a 47), o que não foi verificado nas outras obras. Entretanto, o livro B (V.3, pág. 290) tratou o assunto de outra forma, abordando que o uso de equipamentos que contêm fontes radioativas deve atender uma série de exigências regulamentada pelo órgão (CNEN) e que proprietários de depósito de sucatas metálicas precisam conhecer a origem do material, pois os materiais radioativos estão presentes nas áreas industriais e médicas. Além disso, explica como identificar esse tipo

de resíduo, os possíveis equipamentos e cuidados a serem tomados no caso de encontrá-lo. Já sobre o lixo urbano foi colocado de forma geral, conforme a sua origem e como pode ser reciclado ou encaminhado para tratamento ou disposição final adequada (V.1, pág. 65 a 69). O livro C (V. 1, pág. 92 a 111) coloca um texto informativo sobre o lixo urbano, mas não menciona sobre o tipo radioativo. No entanto coloca uma série de atividades em grupo que envolvem questões sobre a composição, os tipos, o destino do lixo, e também a mudança nos padrões de consumo e produção de lixo, visando uma abordagem de valores e de comportamento.

Outro aspecto inadequado foi a associação do modelo atômico de Thomson com o famoso “pudim de passas”, encontrada no livro B, e sua variante “panetone”, no livro C. Sabe-se que Thomson não usou essa nomenclatura (ou analogia), a qual surgiu muito mais tarde, talvez como uma tentativa de alguns livros didáticos mais antigos para facilitar a compreensão de tal modelo.

Na geração de energia, os livros A e C colocam a fonte de energia nuclear como alternativa energética, com suas vantagens e desvantagens. Já o livro B aborda também os aspectos positivos e negativos, mas inclina-se mais para os aspectos desfavoráveis da utilização da energia nuclear. Isso pode contribuir para o senso comum da população em geral, que na maioria das vezes associa radiações, radioatividade e energia nuclear apenas aos seus malefícios, desconhecendo seus benefícios.

As três obras colocam de forma adequada a preocupação com o meio ambiente, abordando os temas aquecimento global, diminuição da camada de ozônio, chuva ácida, o fenômeno *smog* fotoquímico, o lixo, a contaminação das águas entre outros. Já o livro B comenta a poluição de interiores por radônio e a poluição eletromagnética, um tema não esperado, e também por não aparecer nos livros A e C, o que os classifica como uma categoria emergente.

A irradiação de alimentos foi apresentada nos livros A e B como tecnologia bastante usada na indústria e que mostra os benefícios à saúde humana. Este item não aparece no livro C.

As três obras seguem suas descrições e metodologias para o aprendizado, conforme apresentado no PNL D 2015, sendo que cada obra apresenta peculiaridades, tais como: o livro A (Química Cidadã – Santos e Mól) apresenta uma intensa contextualização dos temas abordados; o livro B (Química – Marta Reis) apresenta para cada unidade uma temática que serve de introdução, por meio de uma pergunta que inicia o desenvolvimento do assunto naquele capítulo. Já o livro C (Química – Mortimer e Machado) relaciona os conteúdos abordados com o cotidiano através de atividades, textos e experimentos práticos no decorrer dos capítulos.

7. CONCLUSÕES

A análise do tema de radiações e radioatividade nos três livros de Química do PNLD 2015 mostra que todos eles apresentaram propostas coerentes com suas descrições.

Os livros apresentam semelhanças como contextualização, preocupação com o meio ambiente, temas atualizados, conscientização em relação ao descarte do lixo e a preocupação em pelo menos tangenciar a abordagem social e econômica. Contudo, apresentam diferenças em relação a aspectos negativos, tais como: limitação na classificação do lixo do tipo radioativo (Livro B e C); abordagem que às vezes tem conotação negativa em relação à utilização da energia nuclear (Livro B); falta de algumas aplicações benéficas da radioatividade (Livro C); uma foto fora de contexto (Livro A); e ainda associação inadequada do modelo de Thomson ao “pudim de passas” (Livro B). Outro indicador negativo seria a não possibilidade de realizar experimentos práticos nas escolas para o tema radioatividade, devido a obstáculos estruturais, de materiais, de profissionais especializados e de segurança. Este aspecto negativo pode ser contornado com a apresentação em sala de aula de experimentos práticos na forma de vídeos, programas e análogos.

Já os aspectos positivos foram vários, tais como: uma unidade inteira abordando sobre atividade nuclear, a classificação, por uma das obras, do lixo incluindo o tipo radioativo, as temáticas sobre poluição de interiores e eletromagnéticas, a irradiação de alimentos, o esquema do funcionamento de uma usina nuclear, a foto do reator nuclear, entre outros considerados como categorias emergentes.

A análise documental das obras em relação às temáticas radiações e radioatividade proporcionou a construção de categorias prévias e emergentes, que foram representativas e inovadoras na avaliação dos três livros didáticos de química do PNLD 2015. A partir dessa análise surgiram as categorias prévias (modelos atômicos, fonte de energia e usinas nucleares) caracterizadas pela sua previsibilidade do tema de radiações e radioatividade nos conteúdos abordados com base no conhecimento docente. Em paralelo foram identificadas as categorias emergentes (ambiental, energia alternativa, modelo

quântico para o átomo e classificação periódica) caracterizadas pelas informações e citações inesperadas e inovadoras do tema de radiações e radioatividade presentes nas obras.

Portanto, as obras analisadas propiciaram de modo geral uma imparcialidade em relação ao tema radiações e radioatividade, pois os três livros apresentaram tanto os benefícios pacíficos, quanto os riscos que envolvem a utilização da energia nuclear. Observou-se que não predomina a abordagem preconceituosa em relação ao tema, o que é desejável para diminuir o preconceito que o senso comum induz em relação ao emprego de fontes radioativas em aplicações tecnológicas na atualidade.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, G. R.; GOMES, M. M.; LOPES, A. C. Contextualização e tecnologias em livros didáticos de biologia e química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 3, p. 405-417, 2005.

BRASIL. **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>. Acesso em 04 jan. 2018.

_____. **Lei nº 12.796**, de 4 de abril de 2013. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para dispor sobre a formação dos profissionais da educação e dar outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/12796.htm>. Acesso em 04 jan. 2018.

_____. MEC. SEB. FNDE. **Guias de livros didáticos PNLD 2015 - Ensino Médio - Química**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2014. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/programas/programas-do-livro/livro-didatico/guia-do-livro-didatico/item/5940-guia-pnld-2015>>. Acesso em: 04 jan. 2018.

COSTA, R. C.; PINHEIRO, B. C. S.; MORADILLO, E. F. A radioatividade nos livros didáticos do PNLD 2015: uma análise crítica no PIBID/Química. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química, 18., 2016, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2016.

CARNEIRO, M. H. S.; SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. Livro didático inovador e professores: uma tensão a ser vencida. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, n. 2, p. 101-113, 2005.

FONSECA, M. R. M. **Química** (Ensino Médio). 1. ed. São Paulo: Ática, 2013. 3 v.

FRANCISCO Jr., W. E.; LIMA, S. P. Considerações acerca da leitura em livros didáticos de química: uma análise a partir de textos complementares. **Educación Química**, v. 24, n.2, p.489-494, 2013.

KISFALUDY, A. B. S.; RECENA, M. C. P. Abordagem da Radioatividade nos Livros didáticos de Química Aprovados pelo PNLD 2012. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 17, 2014, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: UFOP, 2014.

LARANJO, M. T. **Análise da temática agrotóxicos relacionada à educação ambiental nos livros didáticos de química do PNLD 2015**. 2014. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

LOGUÉRCIO, R. Q.; SAMRSLA, V. E. E.; DEL PINO J. C. A Dinâmica de analisar livros didáticos com os professores de química. **Química Nova**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 557-562, 2001.

LOPES, A. C. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência Química. **Química Nova**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 181-273, 1992.

- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1986.
- MATOS, C. F.; SCHUINDT, C. C.; LORENZETTI, L. **Recursos didáticos no Ensino de Química: analisando a temática radioatividade nos livros didáticos**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2016.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química (Ensino Médio)**. 2. ed. São Paulo: Scipione, 2013. 3 v.
- MORTIMER, E. F. A evolução dos livros didáticos de química destinados ao ensino secundário. **Em Aberto**, Brasília, DF, v. 7, n. 40, p. 24-41, 1998.
- MORAWSKI, F. M. **A Tabela Periódica a partir de uma abordagem contextual nos livros didáticos de química do PNL D 2015**. 2015. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.
- REGO, A. G.; MIRANDA, E. K. S. S.; ALVES, F. L. C.; SALES, F. S. Passagens de Marie Curie pelos Livros Didáticos: um Estudo sobre Gênero e História da Ciência no Ensino de Química. In: Encontro Nacional de Estudos Dirigidos para Mulheres (ENEDIM), 7, 2013, Brasília. **Anais...** Brasília: IFB, 2013. p.15-21.
- SÁ-SILVA, J. R.; ALMEIDA C. D.; GUINDANI, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas, **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**, ano 1, n. 1, p. 1-14, 2009.
- SANTOS, W. L. P; MÓL, G. S. **Química Cidadã (Ensino Médio)**. 2. ed. São Paulo: AJS, 2013. 3 v.
- SCHNETZLER, R. P. **O tratamento do conhecimento químico em livros didáticos brasileiros para o ensino secundário de Química de 1875 a 1978: análise do capítulo de reações químicas**. Campinas, Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, 1980.
- SILVA, F. C. V.; CAMPOS, A. F.; ALMEIDA, M. A. V. Alguns aspectos do ensino e aprendizagem de radioatividade em periódicos nacionais e internacionais. **Amazônia Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v.10, n. 19, p.46-61, ago-dez 2013.
- SILVA, R. C. F. **Análise do Conteúdo de Radioatividade em Livros Didáticos de Química tendo como Base as Competências e Habilidades do Enem**. Monografia de Conclusão do Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Federal da Viçosa, Viçosa, 2015.
- SOUSA, W. T.; SALES, L. L. M. Radioatividade no Ensino Médio: análise de Livros Didáticos de Química no PNL D 2015. **Revista de Pesquisa Interdisciplinar**, Cajazeiras, v. 1, Ed. Especial, p. 73-79, 2016.
- SOUZA Jr., J. P.; NÓBREGA, D. M.; SOUZA, M. M.; OLIVEIRA, D. F.; LIMA, V. E.; SOUSA, A. A. P. Análise do Conteúdo de Radioatividade do Plano Nacional do Livro Didático 2015. In: Congresso Nacional de Educação, 3., 2016, Natal, RN. **Anais...** Natal: CEMEP, 2016.
- TONETTO, S. R. A História da Radioatividade nos livros didáticos. **História da Ciência e Ensino**, v. 1, p. 23-26, 2010.

TURIN, J.; AIRES, J. A. Programa Nacional do Livro Didático: um estudo sobre a escolha do livro didático de química por professores da rede pública de ensino de Curitiba. **Série-Estudos - Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB**, Campo Grande, MS, v. 21, n. 41, p. 128-152, abr. 2016. Disponível em: <<http://www.serie-estudos.ucdb.br/index.php/serie-estudos/article/view/948>>. Acesso em: 04 jan. 2018.

VIDAL, P. H. O.; PORTO, P. A. A história da ciência nos livros didáticos de química do PNLEM 2007. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 2, p. 291-308, 2012.

VIDRIK, E. C. F.; MELLO, C. Ensino experimental: a abordagem investigativa no ensino experimental de Química nos livros didáticos brasileiros. **Revista Internacional de Educación y Aprendizaje**, v. 3, n. 2, p. 183-195, 2015.

XAVIER, A. M.; LIMA, A. G.; VIGNA, C. R. M.; VERBI, F. M.; BORTOLETO, G. G.; GORAIEB, K.; COLLINS, C. H.; BUENO, M. I. M. S. Marcos da história da radioatividade e tendências atuais. **Química Nova**, v. 30, n.1, p. 83-91, 2007.