



Energia Nuclear: Um Estado do Conhecimento Envolvendo Dissertações e Teses Voltadas ao Ensino de Física no Período 2000 a 2019*

Nuclear Energy: A State of Knowledge Involving Dissertations and Theses Aimed to Physics Teaching in the Period 2000 to 2019

Wagner Marcelo Pommer¹
Eduardo Ferreira Caetano²

Resumo

A Base Nacional Comum Curricular destaca a necessidade de agregar temas da Física Moderna e Contemporânea na educação básica. Neste artigo realizamos um mapeamento de dissertações e teses tematizadas na Energia Nuclear voltados para o ensino de Física. O referencial metodológico utilizado foi o Estado do Conhecimento por meio do Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. Nesses repertórios encontramos baixo percentual de pesquisas envolvendo energia nuclear na interação com a educação básica e o ensino de Ciências Naturais. Dessas, o sujeito de estudo se concentrou em alunos do Ensino Fundamental, Ensino Médio e Superior e professores do Ensino Médio, com foco nas disciplinas de Ciências (Ensino Fundamental), Física e Química (Ensino Médio) e Eletrônica (curso técnico). Destacamos que as pesquisas resenhadas permitiram aos alunos da educação básica, aos licenciandos e aos professores do ensino básico vivenciar uma gama de abordagens diferenciadas, um fator importante para a construção do conhecimento do cidadão e do futuro profissional de ensino. Ainda, tais pesquisas ilustraram a relação entre a prática e a teoria, uma contribuição para o ensino das disciplinas no entorno das Ciências e Física.

Palavras-chave: Energia nuclear. Ensino. Educação básica. Estado do conhecimento.

*Submetido em 18/12/2022 - Aceito em 25/09/2023

¹Doutor em Educação. Docente na Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Brasil – E-mail: wagner.pommer@unifesp.br.

²Mestrando em Ciências e Matemática. Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Brasil – E-mail: caetano.eduardo@unifesp.br.

Abstract

The Brazilian Common National Curriculum Base highlights the need to add themes from Modern and Contemporary Physics to basic education. In this paper, we performed a survey on theses and dissertations about nuclear energy correlated to physics education. The methodological framework used was the State of Knowledge through CAPES's theses and dissertation catalog. In these repertoires, we found a low percentage of research about nuclear energy in interaction with basic education and the teaching of natural sciences. Of these, the research object was concentrated on Elementary, High School and Higher Education students and High School teachers, focusing on Science (Elementary School), Physics and Chemistry (High School) and Electronic (Technical courses) subjects. We emphasize that the bibliographic review in the context of nuclear energy allowed basic school students, undergraduates and basic education teachers to experience a range of different approaches, an important factor for building the knowledge of citizens and future professional teaching. Still, such research illustrated the relationship between practice and theory, a contribution to teaching disciplines around Science and Physics.

Keywords: Nuclear energy. Teaching. Basic education. The State of knowledge.

1 INTRODUÇÃO

Os Parâmetros Curriculares Nacionais, conforme Brasil (1998), indicavam o incentivo a inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea na educação básica. Outro documento curricular mais recente, a Base Nacional Comum Curricular Brasil (2017), também faz o mesmo apontamento.

Em particular, na área específica "Ciências da Natureza e suas tecnologias para o Ensino Médio", há menção que os fenômenos naturais e os processos tecnológicos devem ser analisados sob a perspectiva das relações entre matéria e energia. O documento cita a possibilidade de discussões e atualizações em torno da estrutura da matéria, fusão e fissão nucleares, espectro eletromagnético, radiações ionizantes, dentre outros temas.

Além disso, o supracitado documento também menciona que o Ensino Médio desempenha um importante papel para que os estudantes possam entender, avaliar, comunicar e divulgar o conhecimento científico, além de lhes permitir uma maior autonomia em discussões, analisando, argumentando e posicionando-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia (BRASIL, 2017).

Em conformidade, autores como Valadares e Moreira (1998), Rezende e Ricardo (2003), CNEN (2012), Peruzzo (2012) e Peron (2016), dentre outros, afirmam que o tema da Energia Nuclear pode trazer contribuições para a educação básica.

Okuno (1998) comenta que, apesar da radiação ser algo natural e presente na constituição do Planeta Terra, infelizmente, a mídia geralmente acentua a energia nuclear como um agente de produção humana nociva, que leva ao desastre ou a destruição.

Atualmente, torna-se necessário que o cidadão conheça os princípios da energia nuclear para que entenda e se posicione sobre argumentos contra e a favor das diversas aplicações desse tema, lembrando que “[...] apesar de todas as suas vantagens, a produção de energia através da fissão nuclear causa os seus impactos ambientais e tem suas desvantagens” (PERUZZO, 2012, p. 179).

Frente a essas considerações tivemos como objetivo realizar um mapeamento de dissertações e teses tematizadas na Energia Nuclear voltados para o ensino de Física.

2 PRESSUPOSTOS INICIAIS SOBRE ENERGIA NUCLEAR

Peruzzo (2012) destaca que a Energia Nuclear é motivo de polêmica em todo mundo. O autor aponta que, no senso comum, a energia nuclear é aquela oriunda do núcleo atômico.

De acordo com Halliday, Resnick e Walker (2012), energia é um número que associamos a um sistema de um ou mais objetos. No caso da energia nuclear, ela ocorre devido às interações que ocorrem no interior atômico. No modelo atômico de Schrödinger³, o núcleo atômico é composto de prótons e nêutrons, sendo que os elétrons circulam o núcleo em órbitas elípticas.

A energia nuclear é aquela advinda das interações entre os prótons e nêutrons do núcleo, conforme destaca CNEN (2012). De modo mais pormenorizado, no núcleo atômico os

[...] prótons atraem uns aos outros por meio da força nuclear e, ao mesmo tempo, repelem-se uns aos outros pela força de Coulomb. A força nuclear também age entre pares de nêutrons e entre nêutrons e prótons. Ela domina a força repulsiva de Coulomb no núcleo (em distâncias curtas), de modo que núcleos estáveis possam existir (JEWETT J. W.; SERWAY, 2013, p. 309).

Nem todos os átomos são estáveis. Há elementos como o Polônio, Potássio, Urânio, Tório, dentre outros elementos são instáveis, de acordo com CNEN (2012). Esses elementos que são instáveis emitem partículas de seus núcleos atômicos e se transformam em outros átomos, em um processo natural de radiação, que tende a estabilizar as partículas inicialmente envolvidas.

O espaço a nossa volta está cruzado pelos mais variados tipos de radiações. Assim, a radiação é um fenômeno natural e está presente no nosso corpo e no âmago do Planeta Terra.

É possível imaginar que em nosso corpo, a cada minuto, cerca de um quarto de um milhão de átomos está se desintegrando, emitindo radiação? É exatamente isso que ocorre. Toda vida em nosso planeta está exposta à radiação natural. Nossos antepassados estiveram expostos a ela, e nós também estamos, queiramos ou não (OKUNO, 1998, p. 23).

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular, descrita em Brasil (2017) o estudo da energia nuclear pode estar inserido na disciplina de Ciências, nos anos finais do Ensino Fundamental, ou nas disciplinas de formação científica, como a Física e a Química, no Ensino Médio. Ainda, esse tema apresenta interfaces com relação a áreas do conhecimento como Engenharia, Biologia, História, Medicina, Política, Economia, dentre outros, o que poderia enriquecer o movimento inter, intra e transdisciplinar.

Em particular, em se considerando o estudo da inserção do tema da energia nuclear, Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017) destaca que no ensino da educação básica deve-se:

[...] analisar os vários eventos envolvendo o uso da energia nuclear, desde a explosão de bombas atômicas, o vazamento de usinas de geração de energia até descartes de material radioativo. Explicar os perigos do uso dessa energia, utilizando modelos explicativos da ciência, posicionando-se sobre o seu uso adequado e avaliando benefícios e malefícios (BRASIL, 2017, p. 231).

A abordagem do tema energia no Ensino Médio permite que os estudantes possam compreender a

³Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger (1887-1961) foi um físico austríaco que fez adequações ao modelo atômico de Bohr. Assim, “[...] aquilo que se imaginava ser um único estado de energia eram, na verdade, vários estados de energia muito próximos, chamados subníveis de energia” (NOVAIS, s.d.).

[...] transformação e conservação, do ponto de vista da Física, da Química, da Biologia, [e] podem também percebê-lo na Geografia, sabendo avaliar o peso das diferentes fontes de energia em uma matriz energética, considerando fatores como a produção, os recursos naturais mobilizados, as tecnologias envolvidas e os impactos ambientais (BRASIL, 2017, p. 231).

Diante, dessas considerações acreditamos que se faz necessário um mapeamento do que já se discutiu, em termos acadêmicos, sobre o tema da energia nuclear no entorno do ensino da disciplina de Física no segmento do Ensino Médio.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia adotada para essa pesquisa foi o Estado do Conhecimento, com a finalidade de mapear as contribuições de dissertações tematizadas na Energia Nuclear relativas ao ensino de Física. O estado do conhecimento tem como meta efetivar um levantamento do que se conhece sobre certo assunto a partir de pesquisas científicas realizadas em determinada área e em certo lapso de tempo.

Morosini e Fernandes (2014) consideram que o estado do conhecimento é um tipo de pesquisa que busca a identificação, o registro e a categorização “[...] que levem à reflexão e a síntese sobre a produção científica de uma determinada área, em um determinado espaço de tempo, congregando periódicos, teses, dissertações e livros sobre uma temática específica” (p. 39).

Nesse texto apresentamos os dados coletados a partir do Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES⁴. No Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES introduzimos o termo “energia nuclear” (com aspas duplas), o que resultou 1553 resultados.

Como a abrangência das áreas foi muito ampla, focamos no que tange a área de Ensino de Física. Foram aplicados os seguintes filtros: Tipo: Mestrado e Doutorado; Período: 2000 a 2019; Área do Conhecimento: Multidisciplinar e Ciências Humanas.

Deste refinamento surgiram 81 trabalhos. Após a etapa de leitura dos resumos e flutuante dos textos restaram seis monografias que estão relacionadas à energia nuclear, ao ensino de Ciências Naturais e a educação básica, conforme indica o Quadro 1.

⁴Disponível em <[https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/>](https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/)

Quadro 1 – Seleção de monografias na Plataforma CAPES

Índice	Descrição da monografia
T1	ANELE, Andréia Carmelita. O enfoque CTS em sala de aula: uma abordagem diferenciada utilizando a Unidade de Aprendizagem na Educação Química. 2007.
T2	GRUBER, Liliane Dailei Almeida. Mediação do professor no uso do software educativo Cidade do Átomo: abordagem dos temas energia nuclear e radioatividade no Ensino Médio. 2014.
T3	MARTINS, Renata Lacerda Caldas. Estudo dos modelos mentais elaborados por alunos do PROEJA sobre temas de Física Moderna: contribuições para o planejamento do ensino e como ferramenta de meta-cognição. 2011.
T4	SCHMIEDECKE, Winston Gomes. A história da ciência nacional na formação e na prática de professores de Física. 2016.
T5	SORPRESO, THIRZA PAVAN. Energia nuclear mediante o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade na formação inicial de professores de Física. 2013.
T6	TIMM, Noé Ricardo. Física Moderna e Contemporânea e a Saúde: uma proposta envolvendo energia nuclear e radioatividade na formação inicial de professores de física. 2012

Fonte: Elaborado pelos Autores (2023).

4 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Para o mapeamento de dados escolhemos como fatores de aglutinação os sujeitos de estudo, se houve disciplina da educação básica associada à proposta da monografia, assim como os principais referenciais teóricos e metodológicos.

4.1 T1: Monografia de Anele (2007)

A dissertação de Anele (2007) objetivou “[...] investigar e descrever de que forma a utilização de uma unidade de aprendizagem sobre Energia Nuclear e Radioatividade pode contribuir para a evolução do entendimento das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade dos alunos do Ensino Médio” (p. 7).

A autora aplicou uma sequência de atividades baseada no conceito de interdisciplinaridade na disciplina de Química para uma turma de primeira série do Ensino Médio, com 16 alunos, de uma Escola Estadual. A referida sequência utilizou como instrumentos observações, registros diários e questionários. A abordagem de pesquisa foi de natureza qualitativa. Da análise dos dados emergiram três categorias: “Ciência é o estudo, conhecimento e descobertas; Tecnologia: avanço e seus benefícios, e as relações entre Ciência e Tecnologia e seus efeitos na Sociedade” (ANELE, 2007, p. 60).

A autora considerou que a abordagem com o enfoque CTS permitiu “[...] levar os alunos a se posicionar de maneira crítica frente a situações problemáticas construindo desta forma o pensamento científico” (p. 7). Ainda, Anele (2007) conclui que a abordagem com o enfoque CTS na sala de aula incentiva “[...] a evolução das concepções dos alunos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade” (p. 7).

A guisa de conclusão, o enfoque CTS “[...] possibilitou aos alunos relacionarem as Ciências com aplicações científicas tecnológicas de maior relevância social, com um tema polêmico e de interesse dos alunos: Energia Nuclear e Radioatividade” (ANELE, 2007, p. 61).

4.2 T2: Monografia de Gruber (2014)

A tese de Gruber (2014), na área de Química, não indicou um objetivo geral, mas detalhou objetivos específicos, de onde destacamos: “[...] desenvolver e analisar uma proposta didática articulada entre os assuntos abordados, entre eles a atomística, radioatividade e energia nuclear utilizando recursos educacionais digitais” (GRUBER, 2014, p. 11).

A autora fez uso de Software Educativo para abordar os temas de energia nuclear e radioatividade no Ensino Médio. Os recursos metodológicos empregados foram gravações de áudio e vídeo, diários de aula, produções textuais e registro da navegação do ambiente do software educativo "Cidade do Átomo" para alunos do 9º ano de uma escola estadual.

A investigação foi feita com estudantes da educação profissional técnica de nível médio. No decorrer da investigação se constatou “[...] que os conhecimentos e posicionamentos iniciais dos estudantes sobre os assuntos acerca da radioatividade, produção de energia elétrica a partir da energia nuclear e impactos ambientais associados eram superficiais ou inconsistentes” (GRUBER, 2014, p. 116) A aplicação da sequência de atividades “[...] possibilitou uma posição mais crítica frente às informações disponibilizadas sobre as aplicações da energia nuclear e radioatividade” (GRUBER, 2014, p. 116).

Quanto ao papel do professor, Gruber (2014) faz uma referência da importância da mediação no uso dos recursos educacionais digitais. “O professor mediou a situação projetando apresentações, documentários e vídeos sobre o assunto e discutindo as informações apresentadas por estas fontes de informação” (GRUBER, 2014, p. 49).

4.3 T3: Monografia de Martins (2011)

A tese de Martins (2011) objetivou “[...] verificar as contribuições advindas do conhecimento dos modelos mentais de alunos, para fins de enfatizar a relevância do estudo da Física Moderna em turmas de PROEJA” (p. 39).

A energia nuclear foi inserida na última fase da pesquisa dado à importância de se discutir assuntos atuais em aulas de Física. A abordagem ocorreu pela aplicação de um texto

envolvendo o incidente de 2011 na usina nuclear de Fukushima, no Japão.

Ao que se seguiu a aplicação do texto, os estudantes elaboraram um mapa conceitual sobre a energia nuclear. Por último, foram aplicadas “[...] sete questões que trataram do conhecimento acerca das usinas e, especificamente, do processo de aproveitamento, transformação relacionado a energia nuclear” (MARTINS, 2011, p. 150).

4.4 T4: Monografia de Schmiedecke (2016)

A tese de Schmiedecke (2016) não traz um objetivo geral, mas diversos objetivos específicos ao longo do item "Introdução". O autor traz o tema da História das Ciências para o ambiente da formação continuada de professores de Física. O autor utilizou a Moderna Historiografia da Ciência como referencial para encaminhar dois materiais didáticos: “[...] um episódio apresentando uma versão para o histórico da energia nuclear no Brasil; e um conjunto de dez atividades propostas para articular a História da Ciência com outros recursos” (SCHMIEDECKE, 2016, p. 8).

Houve a aplicação de três questionários para professores em formação e recém-formado. O autor considerou a Moderna Historiografia da Ciência como elemento diferencial as temáticas relacionadas à ciência nacional.

4.5 T5: Monografia de Sorpreso (2013)

A tese de Sorpreso (2013) objetivou “[...] abordar, em uma disciplina oferecida no início da licenciatura de Física, elementos de Física Nuclear, com foco no tema Energia e em estratégias de ensino centradas na abordagem CTS” (SORPRESO, 2013, p. 25).

No referencial teórico foi deliberado sobre a crise ambiental, a escassez da energia proveniente de recursos renováveis e da água e os impactos sociais decorrentes do consumo de energia crescente, colocando-se a posição dos conceitos da Física Nuclear frente a essa questão.

A parte metodológica utilizou a análise do discurso articulada com o eixo Ciência, Tecnologia e Sociedade, na perspectiva sócio-histórica, na interface com a escola e o ensino de Física. A pesquisa empírica ocorreu em dezessete aulas da disciplina ‘Conhecimentos em Física Escolar I’. Em oito desses encontros foi trabalhado o tema da Energia Nuclear associado a elementos do eixo Ciência, Tecnologia e Sociedade. Para os alunos da disciplina foram oferecidos “[...] materiais que selecionamos como fonte de pesquisa sobre conteúdos de Física Nuclear para a elaboração da unidade de Ensino” (SORPRESO, 2013, p. 116).

Mesmo após a conclusão da pesquisa, Sorpreso (2013) relatou que “[...] os sujeitos de pesquisa manifestaram preocupação em conectar os assuntos da Física com outras áreas do conhecimento, ou conectar vários conceitos da própria Física entre si” (p. 161).

4.6 T6: Monografia de Timm (2012)

A dissertação de Timm (2012) confeccionou “[...] uma Disciplina Complementar de Graduação (DCG) para a formação inicial de professores de física da UFSM” (p. 11) e teve como objetivos específicos:

- Investigar nos principais periódicos e eventos da área de Ensino de Ciências
- Quais os principais direcionamentos dos trabalhos sobre o tema Energia Nuclear e Radioatividade, que contemplam a pesquisa em sala de aula;
- Analisar a grade curricular dos cursos de licenciatura em Física das Universidades Federais do RS.
- Elaborar uma DCG articulando FMC e a Saúde, particularmente, a Energia Nuclear e Radioatividade.
- Implementar a DCG no curso de licenciatura em Física, da UFSM;
- Avaliar os resultados desta proposta (TIMM, 2012, p. 12).

A investigação nos periódicos indicou que nos principais periódicos há “[...] escassez de propostas de ensino sobre Energia Nuclear e Radiação para a sala de aula, tanto para o Ensino Médio como para o Ensino Superior” (TIMM, 2012, p. 11). Sobre esse aspecto Timm (2012) considera que os resultados das pesquisas em Ensino de Ciências e Ensino de Física indicaram pouca contribuição para as práticas docentes.

Com relação à presença do tema da energia nuclear e radiações nas grades curriculares dos cursos de licenciatura em Física das Universidades Federais do Rio Grande do Sul, Timm (2012) relatou que estas se encontram “[...] no denominado núcleo comum parte básica do currículo, que devem ser cumpridas por todas as modalidades em Física” (p. 58). Porém, o autor observou que há uma pequena incidência desse tema nas disciplinas dos cursos de licenciatura.

Para elaborar a DCG foram levados em consideração alguns aspectos. Em primeiro, foi realizado um levantamento de subsídios nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Física e nos Parâmetros Curriculares Nacionais do EM (PCN+) para se elaborar planejamentos didáticos. Um segundo ponto foi o estudo das seguintes unidades temáticas: Radiações e suas interações e Energia Nuclear e Radioatividade.

O autor destaca como principal resultado que nos planejamentos o tema Saúde “[...] é utilizado como uma ilustração, geralmente, ao final dos planejamentos, configurando-se como uma articulação frágil” (TIMM, 2012, p. 25).

5 SÍNTESE DOS RESULTADOS

Levando-se em consideração as seis monografias mapeadas no Estado de Conhecimento, passamos a caracterizar o sujeito de estudo envolvido, indicado no Quadro 2.

Quadro 2 – Síntese do sujeito de estudo da pesquisa

Sujeito de estudo	Artigos
1(a) - Alunos do Ensino Fundamental (técnico)	T2
1(b) - Alunos do Ensino Médio	T1
1(c) - Alunos da Educação de Jovens e Adultos (profissionalizante)	T3
1(d) - Alunos da Licenciatura em Física	T5; T6
2(a)- Professor do Ensino Fundamental	T2
2(b)- Professor do Ensino Médio	T4

Fonte: Elaborado pelos Autores (2023).

Observamos que o sujeito de estudo se centrou em alunos e professores da educação básica.

Passamos agora a deliberar sobre as disciplinas de aderência das pesquisas realizadas, no Quadro 3, apresentado a seguir.

Quadro 3 – Síntese envolvendo a disciplina envolvida

Segmento de ensino	Artigo
Eletrônica (curso técnico)	T3
Física (Ensino Médio)	T4
Química (Ensino Médio)	T1
Ciências (Ensino Fundamental- curso técnico)	T2
Física – Licenciatura (Ensino Superior)	T5; T6

Fonte: Elaborado pelos Autores (2023).

No Quadro 03 verificamos o direcionamento maior para disciplinas Física e Química do segmento do Ensino Médio, seguida pelas licenciaturas em Física. Ainda, notamos a presença na disciplina de Ciências do Ensino Fundamental, em nível técnico, em um curso de Eletrônica de nível técnico.

O Quadro 4 apresenta as principais referências teóricas das pesquisas.

Quadro 4 – Síntese das principais abordagens teóricas

Abordagens teóricas	Artigo
Ciência, Tecnologia e Sociedade.	T1; T2; T5
Contextualização	T5
Formação de Professores	T2; T4
História da Ciência	T4
Informática Educacional	T2
Física Moderna e Contemporânea	T6
Interdisciplinaridade	T1
Jogos educativos	T2
Perspectiva sócio-construtivista	T2
Teoria dos Campos Conceituais	T3
Teoria dos Modelos Mentais	T3
Transdisciplinaridade	T6

Fonte: Elaborado pelos Autores (2023).

Pelo Quadro 4 observamos uma ampla variedade de referenciais teóricos. Ainda, o tema Ciência, Tecnologia e Sociedade se sobressalta.

O Quadro 5 identifica as principais abordagens metodológicas.

Quadro 5 – Síntese das Abordagens metodológicas

Abordagens metodológicas	Artigo
Aplicação e análise de uma sequência de atividades.	T1
Análise de conteúdo	T6
Análise do discurso	T5
Pesquisa-ação.	T3
Software educativo.	T2
Estudo de Caso.	T4
Revisão Bibliográfica	T6

Fonte: Elaborado pelos Autores (2023).

Dos aspectos levantados pelo mapeamento entendemos que a variedade de referenciais teóricos e metodológicos representa uma tendência salutar nas pesquisas voltadas para o tema da energia nuclear. Isso permite aos alunos da educação básica vivenciar uma gama de abordagens diferenciadas, o que é importante para a construção do conhecimento.

Isso é ainda válido para os licenciandos (formação inicial) e para os professores, como uma fonte de informações ao alcance desses profissionais, pois as pesquisas resenhadas nesse artigo tem uma importante relação entre a prática e o teórico, um aspecto importante do material desenvolvido nos programas de pós-graduação voltados ao ensino das disciplinas no entorno das Ciências e Física.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os mais recentes documentos curriculares brasileiros - os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998) e a Base Nacional Curricular Comum (BRASIL, 2017) - apontam para a importância da inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea na educação básica e no trabalho inicial com os futuros professores que cursam as licenciaturas em Física.

Entretanto, na plataforma da CAPES, dos 81 resultados encontrados na busca para o termo "energia nuclear" no período de 20 anos (2000 a 2019), apenas 6 monografias tipo dissertação de mestrado ou tese de doutorado foram observadas no entorno do ensino de Ciências para a educação básica ou licenciaturas de Física brasileiras. A grande maioria das demais versavam sobre tecnologia nuclear, conhecimentos específicos da energia nuclear ou sobre a matriz energética brasileira.

Fica aqui o destaque pelo baixo percentual de pesquisas envolvendo energia nuclear na interação com a educação básica e o ensino de Física, considerando-se a plataforma de busca escolhida.

Okuno (1998) e Peron (2016) oportunamente citam que o espaço a nossa volta está permeado pelos mais variados tipos de radiações, pois a radiação é um fenômeno natural e está presente no nosso corpo e no âmago do Planeta Terra, além das diversas tecnologias desenvolvidas pela humanidade que utilizam a energia nuclear para movimentar a sociedade atual.

A Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017) destaca que no ensino da educação básica e na formação inicial de professores deve-se considerar o estudo e discussão dos aspectos científicos das diversas radiações em diversos contextos, como os problemas de segurança envolvidos no uso das modernas tecnologias de geração de energia e os diversos tipos de descarte do material radioativo, além das implicações do uso militar desse tipo de conhecimento.

A abordagem do tema energia no Ensino Médio permitiria que os estudantes pudessem estudar o fenômeno da transformação e conservação da energia, um conceito base para a formação da cidadania e para o trabalho, conforme Brasil (2017).

Ainda, as possibilidades de discussão do tema da energia nuclear do ponto de vista científico e tecnológico presentes nas disciplinas de Física e Química, em nível básico, podem entrar em contato com a Biologia, pelas diversas considerações envolvendo a própria presença de proteção natural frente às radiações na formação do corpo humano, processo decorrente da ambientação com o Planeta Terra, que tem em seu âmago átomos naturalmente radioativos.

Ademais, tais conexões interdisciplinares podem ser abordadas em relação às ciências humanas e sociais, pela possibilidade de discussão da matriz energética brasileira e mundial, considerando fatores como a produção, os recursos naturais mobilizados, as tecnologias envolvidas e os impactos ambientais, conforme deliberações de diversos autores como Valadares e Moreira (1998), Ostermann e Moreira (2000), Rezende e Ricardo (2003), CNEN (2012) e Peruzzo (2012).

Nesse mote, observamos que as monografias discutiram, em maior ou menor grau, esses

aspectos de natureza científica, tecnologia e social durante a exposição dos aportes teóricos, o que favorece um quadro de maior riqueza para a complementação dos diversos saberes docentes a serem trabalhados na necessária formação continuada de professores para a educação básica.

Ainda, as diversas abordagens metodológicas empregadas nas pesquisas analisadas mostraram uma salutar gama de possibilidades de trabalho com o tema da energia nuclear no segmento da educação básica e na formação inicial de professores. Nesse mote deveriam ser consideradas mais pesquisas sobre esse tema no âmbito do ensino e aprendizagem de energia nuclear.

REFERÊNCIAS

- ANELE, A. C. **O enfoque CTS em sala de aula: uma abordagem diferenciada utilizando a unidade de aprendizagem na educação química**. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) — Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/2986/1/000392255-Texto%2BCompleto-0.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2022.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: SEMT/MEC, 1998.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017.
- CNEN. **Energia Nuclear**. 2. ed. Rio de Janeiro: CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear), 2012. 52 p. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/educativo/apostila-educativa-aplicacoes.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2020.
- GRUBER, L. D. A. **Mediação do professor no uso do software educativo Cidade do Átomo: abordagem dos temas energia nuclear e radioatividade no Ensino Médio**. 2014. Tese (Doutorado em Química) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/116495>>. Acesso em: 14 ago. 2022 .
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física 1: Mecânica**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- JEWETT J. W.; SERWAY, R. A. J. **Física para Cientistas e Engenheiros: Luz, Ótica e Física Moderna**. 8. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013. v. 4.
- MARTINS, R. L. C. **Estudo dos modelos mentais elaborados por alunos do PROEJA sobre temas de Física Moderna: contribuições para o planejamento do ensino e como ferramenta de meta-cognição**. 2011, 2011. Tese (Doutorado em Ciências Naturais) — Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2011. Disponível em: <https://ead.uenf.br/moodle/pluginfile.php/27586/mod_resource/content/5/2011-Renata%20Lacerda%20Caldas%20Martins-doutorado.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2022.
- MOROSINI, M. C.; FERNANDES, C. M. B. Estado do conhecimento: conceitos, finalidades e interlocuções. **Educação por escrito**, v. 5, n. 2, p. 154–164, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.15448/2179-8435.2014.2.18875>>. Acesso em: 14 set. 2023.
- NOVAIS, S. A. **Modelo Atômico de Bohr**. Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/o-atomo-bohr.htm>>. Acesso em: 31 mai. 2023.
- OKUNO, E. **Radiação: Efeitos, Riscos e Benefícios**. São Paulo: Harbra, 1998. 69 p.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “física moderna e contemporânea no ensino médio”. **Investigações em ensino de ciências**, v. 5, n. 1, p. 23–48, 2000. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol5/n1/v5_n1_a2.htm>. Acesso em: 15 jul. 2013.
- PERON, J. **O ensino de física nuclear e suas aplicações no contexto da sociedade contemporânea**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) — Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2016. Disponível em: <<https://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/2145>>. Acesso em: 29 jun. 2020.

PERUZZO, J. **Física e energia nuclear**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012.

REZENDE, M. F. J.; RICARDO, E. C. Os parâmetros curriculares nacionais e a inserção da física moderna no ensino médio: Reflexões sobre o livro didático. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., Curitiba, 2003. **Anais [...]**. Curitiba: SBF, 2003.

SCHMIEDECKE, W. G. **A história da ciência nacional na formação e na prática de professores de física**. 2016. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) — Universidade de São Paulo, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/002782532>>. Acesso em: 14 ago. 2022.

SORPRESO, T. P. **Energia nuclear mediante o enfoque ciência, tecnologia e sociedade na formação inicial de professores de física**. 2013. Tese (Doutorado em Educação) — Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013. Disponível em: <<https://bv.fapesp.br/pt/publicacao/136658/energia-nuclear-mediante-o-enfoque-ciencia-tecnologia-e-soc/>>. Acesso em: 14 ago. 2022.

TIMM, N. R. **Física Moderna e Contemporânea e a Saúde: uma proposta envolvendo energia nuclear e radioatividade na formação inicial de professores de física**. 2012. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/6664>>. Acesso em: 14 ago. 2022.

VALADARES, E. de C.; MOREIRA, A. M. Ensinando física moderna no segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 15, n. 2, p. 121–135, 1998.