

## Mapeamento dos trabalhos no encontro nacional de pesquisa em educação em ciências – ENPEC (2011 a 2019) dos temas Marie Curie e radioatividade

Karoline dos Santos Tarnowski<sup>1\*</sup>, Ivani Teresinha Lawal<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Professora da Escola de Educação Básica Osvaldo Aranha e mestra em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias, Joinville, Santa Catarina, Brasil, <sup>2</sup>Professora Associada da Universidade do Estado de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias, Departamento de Física, Joinville, Santa Catarina, Brasil. \*[karol.tarnowski@hotmail.com](mailto:karol.tarnowski@hotmail.com)

Recebido em: 03/08/2021

Aceito em: 25/08/2021

Publicado em: 25/09/2021

### RESUMO

Este trabalho é um recorte de uma pesquisa mais abrangente envolvendo a História da Ciência no Ensino e relata o mapeamento de produções abordando Marie Curie e/ou radioatividade apresentadas nas edições de 2011, 2013, 2015, 2017 e 2019 do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Para tornar este mapeamento possível, foram pesquisados através das palavras-chave “Curie” e “radioatividade” os trabalhos completos presentes nas atas dos eventos. Isso foi realizado com o auxílio da ferramenta de busca do Google, a fim de assegurar que fossem encontrados os termos dentro do corpo textual e não somente no título ou resumo. Foram selecionadas para discussão 25 produções sobre Marie Curie e 59 sobre radioatividade, dentre as quais percebeu-se a diversidade de pesquisas e propostas, trabalhos teóricos e empíricos em diferentes níveis de ensino. Sobretudo, produções que essencialmente buscavam a promoção de um ensino de Ciências temático adequado e contextualizado.

**Palavras-chave:** Marie Curie. Radioatividade. ENPEC.

## Mapping of the national meeting of research in science education – ENPEC (2011 to 2019) works on the themes Marie Curie and radioactivity

### ABSTRACT

This work is an excerpt from a research about the History of Science in Education and reports the mapping of productions on Marie Curie and/or radioactivity presented in the 2011, 2013, 2015, 2017 and 2019 editions of the Brazilian National Education Research Meeting in Science (ENPEC). To make this mapping possible, the complete works present in the minutes of the events were searched using the keywords “Curie” and “radioactivity”. This was done with the help of the Google search tool, in order to ensure that the terms were found within the textual body and not only in the title or abstract. Twenty-five productions on Marie Curie and 59 on radioactivity were selected for discussion, among which the diversity of research and proposals, theoretical and empirical works at different levels of education was noticed. Above all, productions that essentially sought to promote adequate and contextualized thematic Science teaching.

**Keywords:** Marie Curie. Radioactivity. ENPEC.

## INTRODUÇÃO

A História da Ciência tem contribuído com o ensino científico ao favorecer a compreensão do modo que a ciência e a tecnologia se inter-relacionam no âmbito social e evita que o meio científico seja percebido como algo isolado, pois de fato ele está imerso no desenvolvimento histórico e cultural, ou seja, pertence a um mundo humano (MARTINS, 2006). Assim, o conhecimento científico é visto em um contexto histórico, permitindo que o estudante questione e compreenda questões sociais, econômicas e culturais, tanto relativas ao passado quanto contemporâneas (BARP, 2013).

Isso vai ao encontro dos pressupostos que regem a Educação Básica, que afirmam que o ensino de Ciências deve possibilitar a compreensão de questões científicas e tecnológicas, favorecendo o aprimoramento do estudante enquanto pessoa humana, considerando sua formação ética, o desenvolvimento da sua autonomia intelectual e do seu pensamento crítico (BRASIL, 1996). Propostas envolvendo essa área do conhecimento são defendidas nos documentos oficiais (BRASIL, 2000; 2002; 2006; 2018) e também na literatura especializada, o que demonstra a necessidade de ser adotada em práticas relacionadas ao ensino de Ciências.

Em vista disso, uma possibilidade histórica para desenvolver práticas no ensino científico é a história de vida da cientista Marie Curie, que dedicou a sua vida durante o final do século XIX e início do século XX às pesquisas envolvendo o fenômeno que denominou como “radioatividade” (CURIE, 1923), tendo em vista a importância que tal temática teve para o âmbito científico, tecnológico e social (QUINN, 1997).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é a apresentação de um levantamento bibliográfico realizado nas atas da década de 2010 dos eventos do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), edições VIII a XII, sobre trabalhos relativos a dois temas: Marie Curie e radioatividade. Essas temáticas foram selecionadas por fazerem parte de uma pesquisa maior, mas que no presente trabalho são apresentados em recorte, sendo evidenciadas as produções em cada uma dessas áreas. A escolha por trabalhos publicados nos ENPECs se justifica em função de este ser um evento centrado na pesquisa em Ensino de Ciências, nos níveis Fundamental, Médio e Superior e abrange as disciplinas que têm por base a Química, a Física e a Biologia, ou seja, às quais Marie Curie e radioatividade comumente se apresentam relacionadas.

## **HISTÓRIA DA CIÊNCIA: MARIE CURIE E A RADIOATIVIDADE**

Marie Skłodowska Curie (1867-1934) é comumente associada à história do início do desenvolvimento científico na área da radioatividade entre o século XIX e XX, embora tenha atuado também em outros campos, como magnetismo e radiologia (CURIE, M., 1921; 1923). Apesar de acreditar que “Na ciência, deveríamos estar interessados em coisas, não pessoas” (CURIE, 1923, p. 27, tradução nossa), por ser avessa aos holofotes midiáticos que a Ciência lhe trouxe (QUINN, 1997), sua história de vida se mostra como relevante contexto ao ensino de Ciências. Não simplesmente por dedicar sua carreira científica à área e cunhar o termo “radioatividade”, área a que mais se dedicou em sua carreira, mas por lidar com obstáculos de ordem política, pessoal, social e científica. No âmbito do ensino, as dificuldades por ela encontradas são um exemplo de superação e tenacidade para os estudantes, que também encontram em sua vida, escolar e pessoal, os mais diferentes obstáculos (CORDEIRO; PEDUZZI, 2010).

Embora as dificuldades e os obstáculos que Marie Curie enfrentou se inter-relacionem, não sendo isoladamente delimitados, podem ser mencionados alguns exemplos pelas áreas então apresentadas. No caso do âmbito político, quando vivenciou o regime opressivo czarista que permeava Varsóvia, o qual impedia o acesso universitário feminino e, conseqüentemente a oportunidade de adentrar ao meio científico. Nesse contexto opressor, ela e demais jovens poloneses precisavam se educar informal e secretamente na *Universytet Latający* (Universidade Volante), sujeitos às penalizações governamentais russas. Anos depois, necessitou emigrar à França, a fim de poder cursar Física e Matemática. Além disso, enfrentou questões de ordem política que se estabeleceram na Primeira Guerra Mundial (1914-1918), ao auxiliar no atendimento aos soldados feridos com ambulâncias radiológicas e posteriormente ao vivenciar a falta de recursos às suas pesquisas no contexto francês pós-guerra.

Dentre os obstáculos pessoais, podem ser mencionadas as dificuldades: de base do ensino secundário que possuía, se comparada a dos seus colegas estudantes universitários franceses; com o idioma, ao frequentar um curso em língua estrangeira; isolamento social, sem outros estudantes poloneses em seu curso; quanto à escassez de recursos para manter-se no exterior estudando, o que implicava em alimentação reduzida e falta de calefação no inverno; falecimento trágico do marido e parceiro de pesquisas, Pierre Curie (1859-1906); difamação midiática francesa em virtude de um

caso relacionado ao colega cientista casado Paul Langevin (1872-1946); problemas de saúde, em virtude dos anos exposta às radiações provenientes dos elementos radioativos e das radiografias realizadas na Primeira Guerra Mundial.

Quanto aos obstáculos sociais, relativos às questões de gênero que: impediram-na de adentrar na universidade em sua terra natal; faziam com que fosse vista de modo diferenciado ao estudar na universidade francesa, também por ser estrangeira; fizeram-na ensinar Ciências em uma Cooperativa de Ensino (1907-1908), complementar à educação francesa, desigual entre meninos e meninas; quase desqualificaram-na à indicação dos Prêmios Nobel em Física (1903) e Química (1911); enfrentou ao interromper a hegemonia ao assumir o cargo de professor universitário de Pierre após seu falecimento; que distorciam sua imagem na imprensa americana, sendo representada como figura pura, benevolente e salvadora devido às potencialidades das substâncias radioativas no tratamento de doenças. Também necessitou lidar com questões xenofóbicas: enquanto estudante na Sorbonne; ao ter a história com Langevin repercutida pela mídia francesa; e ao se candidatar à Academia de Ciências, em que haviam pedidos na imprensa a votos patrióticos a favor de Édouard Branly (1844-1940).

Em relação às dificuldades científicas, podem ser mencionadas às inerentes ao desenvolvimento de pesquisas em si: em relação à aquisição laboratórios adequados e suficientemente supridos com recursos materiais; falta de subsídios da iniciativa privada e pública que financiassem as pesquisas ; inexistência de previsão teórica do fenômeno; dedicação à pesquisa reduzida em virtude de trabalhos remunerados; aceitação da comunidade científica quanto à legitimidade dos então novos elementos radioativos, rádio e polônio; tempo demasiado despendido para isolamento e caracterização das substâncias radioativas a partir do minério base; e toxicidade das substâncias, de natureza radioativa ou não, associadas aos empreendimentos realizados (CURIE, 1911; 1921; 1923; CURIE, 1962; REID, 1974; QUINN, 1997; PUGLIESE, 2009; 2012; CERANSKI, 2011; SANTOS; LOGUERCIO, 2016).

Geralmente se a atribui a descoberta da radioatividade ao Henri Becquerel (1852-1908) em 1896. Nessa ótica, o trabalho de investigação de Marie Curie é visto, portanto, como desdobramento das investigações de Becquerel. No entanto, existem outras interpretações atuais para o trabalho desenvolvido por Marie Curie no final do século XIX, que fez uso de métodos quantitativos precisos à época no campo da radioatividade, com base em um instrumento elaborado pelo marido e seu cunhado

Jacques Curie (1855-1941). Em suas pesquisas, foi orientada duas hipóteses, uma delas quanto à natureza atômica do próprio fenômeno com que se deparava, desenvolvendo pesquisas, com o marido Pierre e outros cientistas colaboradores, que culminaram na descoberta de novos elementos radioativos (CURIE, 1911; MARTINS, 1990; 2003) e cuja influência no desdobramento da ciência foi evidente no início do século XX (QUINN, 1997). Desse modo, se constitui como um episódio histórico propício no ensino de Ciências para discussão quanto às pesquisas sobre radioatividade, pois o viés histórico promove reflexões epistemológicas pertinentes, já que também diz respeito a um caso em que não se tinha previsão teórica do fenômeno. Desse modo, esse estudo histórico permite a análise de como os pesquisadores envolvidos se comportaram em uma situação experimental cujo contexto era pré-teórico (MARTINS, 2012), além das demais características do desenvolvimento científico possíveis de serem discutidas (MARTINS, 2006; BARP, 2013).

## **METODOLOGIA**

Foram realizadas pesquisas sobre “Marie Curie” e “radioatividade” nas atas dos ENPECs da década de 2010. Desse modo, foram pesquisados os trabalhos completos presentes nos sites das edições: VIII (2011), IX (2013), X (2015), XI (2017) e XII (2019). A fim de assegurar que fossem encontrados os termos dentro do texto dos trabalhos completos, utilizou-se a ferramenta de busca do Google (google.com). Para tanto, digitou-se o termo chave de interesse seguido de “site:” com o início do link dos anais do evento em questão, trazendo assim todos os trabalhos relacionados. Por exemplo, o site próprio do VIII ENPEC não indexa seus resultados na busca de trabalhos, mas ao pesquisar no Google: “Curie site: [https://abrapecnet.org.br/atas\\_enpec/viiienpec/](https://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/)” todos os trabalhos e páginas dentro do domínio do VIII ENPEC foram indexados. Ou seja, foram levados em consideração não apenas os termos contidos no título e resumo do trabalho, como ocorre com a ferramenta própria do ENPEC em outras edições que o buscador funciona, mas também os trabalhos que continham os termos desta pesquisa dentro do corpo do texto do arquivo de documento no formato portátil (PDF).

Na discussão dos resultados, apresenta-se inicialmente dados quantitativos sobre os materiais encontrados envolvendo “Marie Curie” e “radioatividade” em contraste com a totalidade de trabalhos completos das edições do ENPEC. Posteriormente,

discute-se essas duas áreas de modo distinto, onde os trabalhos foram então organizados em diferentes categorias estabelecidas a posteriori a partir do que se observou durante a análise dos resultados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Quadro 1 apresenta a relação de número de trabalhos completos aceitos por edição do evento e os encontrados nesta pesquisa para os termos em questão. No ato da busca e análise prévia, foram desconsiderados os trabalhos que apenas mencionavam os termos sem discuti-los, ou seja, os que os termos não apresentavam relação direta e/ou suficiente com o trabalho em si. Tal decisão foi tomada com a finalidade de manter as produções mais representativas e pertinentes para a investigação realizada.

**Quadro 1-** Relação dos principais trabalhos encontrados nas edições do ENPEC

Edição ENPEC	Dados	Número de trabalhos selecionados	
	Trabalhos completos	Marie Curie	Radioatividade
VIII (2011)	1009	4	18
IX (2013)	1019	5	13
X (2015)	1272	6	13
XI (2017)	1335	6	8
XII (2019)	1251	4	7
Estimativa total	5886 (100%)	25 (0,42%)	59 (1,00%)

Fonte: As autoras (2020)

Na discussão dos resultados, em ambas as categorias, o ano apresentado em conjunto com os autores indica a edição do ENPEC a que pertence o trabalho, assim como apresentado pelo Quadro 1. Inicialmente serão apresentadas as produções envolvendo Marie Curie e posteriormente as que dizem respeito à radioatividade.

### *Marie Curie*

As produções que abordam Marie Curie são de escopos diversificados, tanto teóricos quanto empíricos. Ao ser feita uma análise geral das temáticas que permeiam os trabalhos, verificou-se propostas que: discutiam a importância da história de Curie ao estudo de História da Ciência; sugeriam a utilização da história da cientista para contextualizar o início e/ou desenvolver de pesquisas sobre a radioatividade; enfatizavam discussões de gênero no meio científico; propunham estratégias para divulgação científica; e os que realizavam uma análise de material informativo contendo

a história de Marie Curie. O Quadro 2 apresenta a relação de trabalhos categorizados por temáticas.

**Quadro 2** - Temas centrais que permearam os trabalhos dos ENPECs sobre Marie Curie

Tema central	Trabalhos	Incidência
Importância ao estudo de História da Ciência	Pairó e Gatica (2011).	1
Contextualização histórica sobre a radioatividade	Gomes, Echeverría e Furtado (2011), Oliveira e Guerra (2013), Gomes e Forato (2015), Santos et al. (2015), Cardoso et al. (2015), Fantinatti e Silva (2017) e Brito e Ferreira (2019).	7
Gênero e ciência	Santos e Scheid (2011), Batista et al. (2013), Bertoldo et al. (2013), Cordeiro (2013), Dias et al. (2017), Heerdt e Batista (2017), Figueiredo, Simões Neto e Santos (2019) e Santos e Loguercio (2019).	8
Divulgação histórico-científica	Lupetti (2013), Lupetti et al. (2015) e Pinto e Moreira (2015).	3
Análise de material informativo	Tavares e Zuliani (2011), Heinig, Lawall e Fachini (2015), Engelmann e Cunha (2017), Fioresi e Silva (2017), Oliveira, Cavalari e Giacometti (2017) e Costa e Fernandes (2019).	6

Fonte: As autoras (2020)

Como pode-se observar a partir da análise do Quadro 2, existe a proposta que menciona a importância da utilização da biografia de Marie Curie a fim de ser estudada a História da Ciência, como apresentado por Pairó e Gatica (2011). Também se fazem presentes trabalhos que têm por objetivo contextualizar historicamente o início e/ou o desenvolver das investigações em radioatividade utilizando a história de Marie Curie para tanto, em maior ou menor grau, como apresentado por Gomes et al., (2011), Oliveira e Guerra (2013), Gomes e Forato (2015), Santos et al. (2015), Cardoso et al. (2015), Fantinatti e Silva (2017) e Brito e Ferreira (2019). Dentre os trabalhos indicados, a maior parte propõe a utilização histórica da cientista, mas apenas os últimos quatro mencionados realizaram a implementação de suas propostas. Apesar disso, somente o trabalho de Cardoso et al., (2015) relata a história da Marie Curie na discussão dos resultados, em relação ao envolvimento com sua história por parte dos sujeitos pesquisados.

Dentre outros trabalhos encontrados nos ENPECs, mais enfocados na questão de gênero e ciência, Santos e Scheid (2011) e Bertoldo et al., (2013) apresentam que filmes sobre Marie Curie podem ser utilizados na prática pedagógica com o objetivo de ser discutida a presença das mulheres na ciência e os desafios pela cientista encontrados, com luz ao contexto sociocultural. Bertoldo et al., (2013) discutem as possibilidades,

enquanto o trabalho de Santos e Scheid (2011) relata também sua experiência ao desenvolver a atividade com estudantes da Educação Básica. Alinhada a essa questão de gênero no âmbito científico, o trabalho teórico de Dias et al., (2017) aborda a contribuição de mulheres na ciência, sendo uma delas Curie, e o de Cordeiro (2013) trata sobre a cientista e o contexto sexista da sua primeira laureação com o Prêmio Nobel, explorando o ocorrido em relação às suas potencialidades de discussão no âmbito da formação de professores.

Sobre gênero e formação de professores, o trabalho de Batista et al. (2013) buscava identificar as percepções docentes quanto à visibilidade do gênero feminino no meio científico. Eles notaram que há defasagem de saberes, principalmente suscitados no processo de formação docente em relação às produções femininas existentes na História da Ciência; e perceberam ainda que Marie Curie era a cientista mais lembrada pelos professores, seja na área de ciências quanto nas demais. Marie Curie também foi mencionada em outra pesquisa, no trabalho de Heerd e Batista (2017), que buscou analisar como saberes docentes quanto à contribuição científica da mulher no meio científico podem fazer parte de planejamentos pedagógicos de professores. Nesse trabalho, perceberam que alguns docentes conheciam sobre Marie Curie, mas que de modo geral se fazia necessário o aprofundamento dos sujeitos pesquisados quanto à construção histórica do conhecimento científico em que há participação feminina.

Mais recentemente, no último ENPEC, a proposta de Figueiredo et al., (2019) também faz menção às questões de gênero envolvendo Marie Curie abrangendo arte e ciência, utilizando em parte de sua sequência didática uma história em quadrinhos sobre a cientista a fim de realizar problematizações sobre a mulheres na ciência, no passado e presente. Ainda na questão de gênero, o trabalho de Santos e Loguercio (2019) analisaram narrativas biográficas e pictóricas sobre Marie Curie a fim de discutir sua constituição enquanto mulher e cientista a partir de relações com os vestidos pretos, pelos quais Curie também é conhecida.

Além das relatadas possibilidades de abordar a história de Marie Curie por filmes e histórias em quadrinhos, há também a demonstração da importância da contribuição do teatro para o ensino de ciências e para a divulgação científica. Isso foi apresentado pelos trabalhos de Lupetti (2013), Lupetti et al., (2015) e Pinto e Moreira (2015), que mesclaram aspectos biográficos e científicos da história de Curie.

Por fim quanto à história de Marie Curie, nos ENPECs também foram apresentados trabalhos que mencionam de que forma sua história e seu trabalho com a radioatividade é apresentada em materiais informativos, como: em livros didáticos, nos trabalhos de Tavares e Zuliani (2011), Heinig et al., (2015), Engelmann e Cunha (2017) e Costa e Fernandes (2019); textos de divulgação científica, como no trabalho de Fioresi e Silva (2017); e textos de periódicos, como o trabalho de Oliveira, Cavalari e Giacometti (2017).

### **Radioatividade**

Em relação aos trabalhos envolvendo radioatividade, foram encontradas diferentes pesquisas, dentre elas teóricas e/ou empíricas. Ao ser feita uma análise geral das temáticas centrais que permearam as produções escritas, verificou-se propostas que abordavam: aspectos históricos da radioatividade; sua relação com o âmbito social; análise de materiais informativos, eventos e exames; e trabalhos abordando o ensino. Quanto a este último, notou-se produções como a análise de perfis de professores, alunos e cursos de licenciatura, além de proposições e/ou implementações de atividades em diferentes níveis. O Quadro 3 apresenta a relação categorizada por temáticas.

**Quadro 3** - Temas centrais que permearam os trabalhos dos ENPECs sobre radioatividade

<b>Tema central</b>	<b>Trabalhos</b>	<b>Incidência</b>
Histórico	Melzer e Aires (2011) e Cordeiro e Ferreira (2017).	2
Social	Silva, Coutinho e Figueiredo (2015).	1
Material informativo	Silva e Pereira (2011), Tavares e Zuliani (2011), Pereira e Núñez (2013), Freitas e Scarinci (2015), Heinig, Lawall e Fachini (2015), Fioresi e Silva (2017) e Homrich, Peralta e Gonçalves (2017).	7
Eventos	Matos e Silva (2013).	1
Exames	Broiatti, Barreto e Mendes (2011), Rocha, Ferreira e Krüger (2011) e Fernandes e Campos (2015).	3
Ensino	Costa, Cunha e Ares (2011), Costa, Dores e Lira-da-Silva (2011), Fatareli, Ferreira e Queiroz (2011), Gomes, Echeverría e Furtado (2011), Mariano, Andrade e Abreu (2011), Queiroz et al. (2011), Ribeiro, Genovese e Colherinhas (2011), Rodrigues e Furtado (2011), Salvador et al. (2011), Silva e Penido (2011), Silva e Silva (2011), Silva e Silveira (2011), Silva, Pessanha e Bouhid (2011), Araújo e Dickman (2013), Bertoldo et al. (2013), Cordeiro (2013), Cruz, Mesquita e Soares (2013), Medeiros, Medeiros e Ramalho Neto (2013), Mello, Fiuza e Guerra (2013), Messeder, Pires e Pires (2013), Oliveira e Guerra (2013), Pagliarini, Almeida e Fontes (2013), Silva e Amaral (2013), Silva, Campos e Almeida (2013), Albuquerque e Ramos (2015), Barros, Cerqueira Júnior e Dutra (2015), Batista,	45

---

Siqueira e Reis (2015), Calheiro e Pino (2015), Cardoso et al. (2015), Gomes e Forato (2015), Santos et al. (2015), Sousa e Soares (2015), Vasconcelos (2015; 2017), Fantinatti e Silva (2017), Gomes, Silva e Souza (2017), Salgado e Silva (2017), Santana e Prochnow (2017), Brito e Ferreira (2019), Coussirat, Fraga e Salgado (2019), Lopes e Gondim (2019), Montedo e Marinelli (2019), Nunes e Mesquita (2019), Souza, Souza e Bezerra (2019) e Villar, Kleinke e Compiani (2019).

---

Fonte: As autoras (2020)

Menções aos aspectos históricos sobre a radioatividade foram feitas em trabalhos teóricos como o de Melzer e Aires (2011), ao discutirem sobre o percurso histórico do desenvolvimento de teorias atômicas, e o de Cordeiro e Ferreira (2017), ao ser analisado o contexto científico da descoberta dos elementos transurânicos, em que a ciência é vista como prática e conhecimento social. Dentro do âmbito social, o trabalho de Silva, Coutinho e Figueiredo (2015) abordou o distanciamento entre o ensino de Ciências e as necessidades políticas da sociedade, em que foi dada ênfase à importância dos resíduos radioativos.

No âmbito do ensino, o trabalho teórico de Barros, Cerqueira Júnior e Dutra (2015) discutiu a contribuição do Projeto Nuffield de Física desenvolvido na Inglaterra na década de 1960 para a área de Física Moderna no Ensino Médio, da qual discussões em radioatividade fazem parte. Silva e Penido (2011) abordaram em sua pesquisa a importância da inserção das radiações ionizantes na formação inicial de professores; já Mariano, Andrade e Abreu (2011), Silva e Silveira (2011), Araújo e Dickman (2013) e Messeder, Pires e Pires (2013) investigaram os conhecimentos e/ou as práticas de professores relacionados à área da radioatividade. Sob o ponto de vista dos estudantes, trabalhos como os de Costa et al., (2011), Costa et al., (2011), Silva et al., (2011), Batista et al., (2015), Calheiro e Pino (2015), Santos et al., (2015), Gomes et al., (2017), Coussirat et al., (2019) e Montedo e Marinelli (2019) analisaram, com diferentes ênfases, as percepções de alunos do Ensino Médio sobre os fenômenos da radioatividade e/ou suas aplicações.

Os livros didáticos utilizados no ensino científico também foram objeto de estudo, sendo a abordagem da radioatividade tratada pelas pesquisas de Silva e Pereira (2011), Tavares e Zuliani (2011), Pereira e Núñez (2013), Freitas e Scarinci (2015) e Heinig et al., (2015). Não apenas os materiais didáticos, mas ainda textos de divulgação científica (FIORESI; SILVA, 2017) e uma obra literária foi analisada, como no trabalho

de Homrich et al., (2017). Quanto ao último, eles relataram a pesquisa que desenvolveram no livro “A Menina que Comeu Césio”, que teve por objetivo verificar a viabilidade da utilização desse material para trabalhar em ações envolvendo a temática de radioatividade em uma articulação com a literatura. Nesse processo, perceberam relações entre a sociedade e aspectos científicos e tecnológicos e afirmaram, a partir de exemplificações com trechos do livro, a potencialidade da utilização desse material em práticas no ensino de Ciências.

A análise da temática sobre radioatividade esteve inclusive associada: à pesquisas sobre a área ambiental em produções do Encontro Nacional de Ensino de Química (MATOS; SILVA, 2013), à análise de questões de provas como o Exame Nacional do Ensino Médio (ROCHA et al., 2011; FERNANDES; CAMPOS, 2015) e vestibulares (BROIETTI et al., 2011), à análise de Projetos Pedagógicos de Cursos de licenciatura (NUNES; MESQUITA, 2019) e de projetos de ensino desenvolvidos por licenciandos (LOPES; GONDIM, 2019).

Ainda no âmbito do ensino, observou-se que um volume significativo de trabalhos sobre radioatividade nos ENPECs estava relacionado às propostas e/ou implementações na Educação Básica, no Ensino Superior e até em esferas externas às instituições formais de ensino (FANTINATTI; SILVA, 2017). O Quadro 4 apresenta os trabalhos relativos à Educação Básica e Superior. Como é possível observar, a maior incidência reside no Ensino Médio, seguido de Ensino Superior e Ensino Fundamental.

**Quadro 4** - Trabalhos sobre radioatividade propostos e/ou implementados na Educação Básica e Ensino Superior

Nível	Autores	Incidência
Ensino Fundamental	Rodrigues e Furtado (2011), Albuquerque e Ramos (2015) e Villar, Kleinke e Compiani (2019).	3
Ensino Médio	Costa, Cunha e Ares (2011), Gomes, Echeverría e Furtado (2011), Fatareli, Ferreira e Queiroz (2011), Ribeiro, Genovese e Colherinhas (2011), Salvador et al. (2011), Silva, Pessanha e Bouhid (2011), Bertoldo et al. (2013), Cruz, Mesquita e Soares (2013), Messeder, Pires e Pires (2013), Oliveira e Guerra (2013), Pagliarini, Almeida e Fontes (2013), Mello, Fiuza e Guerra (2013), Medeiros, Medeiros e Ramalho Neto (2013), Gomes e Forato (2015), Cardoso et al. (2015), Sousa e Soares (2015), Batista, Siqueira e Reis (2015), Gomes, Silva e Souza (2017), Santana e Prochnow (2017), Coussirat, Fraga e Salgado (2019), Souza, Souza e Bezerra (2019) e Montedo e Marinelli (2019).	22
Ensino Superior	Mariano, Andrade e Abreu (2011), Queiroz et al. (2011), Silva e Silva (2011), Cordeiro (2013), Silva, Campos e Almeida (2013), Silva e Amaral (2013), Salgado e Silva (2017), Vasconcelos (2017) e Brito e Ferreira (2019).	9

Fonte: As autoras (2020).

Quanto às temáticas que permearam tais trabalhos, percebeu-se que existiram propostas que tiveram como temas centrais a energia nuclear, como Pagliarini et al., (2013) e Montedo e Marinelli (2019); acidentes radiológicos relacionados à energia nuclear, como nos trabalhos de Silva e Silva (2011), Silva et al., (2011), Gomes, Echeverría e Furtado (2011), Mariano et al., (2011), Ribeiro et al., (2011) e Brito e Ferreira (2019); bombas atômicas, como no trabalho de Mariano, Andrade e Abreu (2011), Queiroz et al., (2011) e Bertoldo et al., (2013). Verificou-se ainda temáticas como as diversas radiações do espectro eletromagnético, sendo uma delas a radiação originária de elementos radioativos (MELLO et al., 2013; ALBUQUERQUE; RAMOS, 2015), aplicações de substâncias radioativas na medicina (SILVA et al., 2013; GOMES et al., 2017) e na datação radiológica de fósseis (COUSSIRAT et al., 2019), a presença de compostos radioativos em cigarros (VASCONCELOS, 2017), problematizações acerca de lixo radioativo (SALVADOR et al., 2011; SOUSA; SOARES, 2015), a importância da proteção radiológica (MELLO et al., 2013; BATISTA et al., 2015; SALGADO; SILVA, 2017), a utilização de urânio empobrecido (FATARELI et al., 2011) e também trabalhos que tinham como temas centrais aplicações e contextos diversos relativos à radioatividade. Dentre eles, podem ser mencionadas as produções de Cruz et al., (2013), Messeder et al., (2013), Silva e Amaral (2013), Cardoso et al. (2015), Fantinatti e Silva (2017), Santana e Prochnow (2017) e Souza et al., (2019).

Sobre a área histórica abordada nessas propostas de ensino, implementadas ou não, notou-se que parte dos trabalhos traziam proposições embasadas em referenciais teóricos no âmbito da História e Filosofia da Ciência, estando essa discussão evidente ao longo de todo o trabalho – como as pesquisas de Costa et al., (2011), Rodrigues e Furtado (2011), Cordeiro (2013), Oliveira e Guerra (2013), Mello et al., (2013), Medeiros et al., (2013) e Gomes e Forato (2015). A outra parcela das produções que abordavam questões históricas da radioatividade as apresentavam em menor proporção e ênfase, ou seja, apresentavam referenciais teóricos em outras áreas, tiveram exemplos históricos incorporados como estratégias metodológicas ou pontualmente mencionados na discussão dos resultados – como em Gomes, Echeverría e Furtado (2011), Cruz et al., (2013), Messeder et al., (2013), Silva et al., (2013), Batista et al., (2015), Cardoso et al. (2015), Fantinatti e Silva (2017) e Brito e Ferreira (2019).

Ao ser analisada a metodologia proposta e/ou implementada pelos autores para o trabalho com a temática de radioatividade, verificou-se a abordagem por meio de

diversos recursos. De acordo com Silva (2013), a aprendizagem dos alunos pode ser favorecida por meio do planejamento intencional e pela utilização de recursos didáticos diferenciados, em ações que oportunizem o desenvolvimento da criticidade, de conhecimentos e saberes dos educandos. Nesse sentido, os recursos didáticos exercem um papel significativo no processo de ensino-aprendizagem, já que através deles os professores podem estimular a participação, a interação e a aprendizagem dos alunos no âmbito escolar. O Quadro 5 traz as ferramentas empregadas pelos autores, que escolheram trabalhar com estratégias que não estavam centradas somente em aulas expositivas-dialogadas.

**Quadro 5** - Recursos metodológicos sugeridos e/ou utilizados para o trabalho com radioatividade

Recurso	Autores	Incidência
Leitura	Costa, Cunha e Ares (2011)*, Fatareli, Ferreira e Queiroz (2011)*, Gomes, Echeverría e Furtado (2011), Rodrigues e Furtado (2011)*, Silva e Silva (2011)*, Medeiros, Medeiros e Ramalho Neto (2013)*, Messeder, Pires e Pires (2013), Batista, Siqueira e Reis (2015)*, Gomes e Forato (2015), Fantinatti e Silva (2017)*, Salgado e Silva (2017)*, Coussirat, Fraga e Salgado (2019)* e Souza, Souza e Bezerra (2019)*.	13
Pesquisa	Fatareli, Ferreira e Queiroz (2011)*, Ribeiro, Genovese e Colherinhas (2011)*, Silva e Silva (2011)*, Silva, Campos e Almeida (2013)*, Pagliarini, Almeida e Fontes (2013)*, Cardoso et al. (2015)*, Montedo e Marinelli (2019)*, Santana e Prochnow (2017)* e Brito e Ferreira (2019)*.	9
Debate	Fatareli, Ferreira e Queiroz (2011)*, Queiroz et al. (2011)*, Silva, Pessanha e Bouhid (2011)*, Mello, Fiuza e Guerra (2013)*, Batista, Siqueira e Reis (2015)*, Gomes, Silva e Souza (2017)*, Souza, Souza e Bezerra (2019)* e Montedo e Marinelli (2019)*.	8
Elaboração textual	Silva e Silva (2011)*, Silva, Pessanha e Bouhid (2011)*, Cruz, Mesquita e Soares (2013)*, Mello, Fiuza e Guerra (2013)*, Cardoso et al. (2015)*, Batista, Siqueira e Reis (2015)*, Souza, Souza e Bezerra (2019)* e Villar, Kleinke e Compiani (2019)*.	8
Vídeo e/ou Documentário	Gomes, Echeverría e Furtado (2011), Mariano, Andrade e Abreu (2011)*, Queiroz et al. (2011)*, Albuquerque e Ramos (2015)*, Cardoso et al. (2015)*, Brito e Ferreira (2019)* e Montedo e Marinelli (2019)*.	7
Estudo de caso	Silva e Silva (2011)*, Cordeiro (2013), Oliveira e Guerra (2013), Salgado e Silva (2017)* e Brito e Ferreira (2019)*.	5
Feira e/ou Exposição	Salvador et al. (2011)*, Santana e Prochnow (2017)*, Montedo e Marinelli (2019)* e Villar, Kleinke e Compiani (2019)*.	4
Imagem e/ou Fotografia	Mello, Fiuza e Guerra (2013)*, Messeder, Pires e Pires (2013)* e Albuquerque e Ramos (2015)* e Vasconcelos (2017).	4
Jogo	Rodrigues e Furtado (2011)*, Sousa e Soares (2015)*, Vasconcelos (2015) e Coussirat, Fraga e Salgado (2019)*.	4

Teatro	Rodrigues e Furtado (2011)*, Cardoso et al. (2015)*, Sousa e Soares (2015)* e Brito e Ferreira (2019)*.	4
Exercícios	Costa et al., (2011)*, Albuquerque e Ramos (2015)* e Batista et al., (2015)*.	3
Filme	Mariano, Andrade e Abreu (2011)*, Albuquerque e Ramos (2015)* e Bertoldo et al. (2013).	3
Seminário	Silva e Silva (2011)*, Silva e Amaral (2013)* e Santos et al. (2015)*.	3
Simulação	Silva, Campos e Almeida (2013)* e Vasconcelos (2015; 2017).	3
História em quadrinhos	Cruz, Mesquita e Soares (2013)* e Albuquerque e Ramos (2015)*.	2
Música e/ou Paródia	Cardoso et al., (2015)* e Fantinatti e Silva (2017)*.	2
Charge	Silva, Campos e Almeida (2013)*.	1
Entrevista	Souza, Souza e Bezerra (2019)*.	1

Legenda: \* Houve a implementação da proposta | Fonte: As autoras (2020).

Dentre as principais estratégias, verificam-se as textuais (elaboração e leitura), pesquisas e debates. Em relação ao recurso textual, ele contribui para o desenvolvimento de um educando crítico ao promover a reflexão quanto aos fatos e opiniões diversificados acerca dos mais variados temas (GIRALDI, 2010; TONDOLO; MENGARDA, 2012). No caso das pesquisas, elas servem como um meio para estudantes alcançarem novas fontes de conhecimento, pois possibilitam a relação do educando com uma vasta abundância de informações sobre diversos assuntos (SOUZA, 2010). Quanto aos debates, os que se estabelecem entre professores e alunos, assim como os que ocorrem em atividades entre os próprios estudantes, favorecem a aprendizagem, pois contribuem para a construção de saberes e o aprimoramento de argumentações, principalmente quando são consideradas as concepções dos alunos durante todo o processo de aprendizagem (COSTA, 2010; SOCHA; MARIN, 2011; FRESCHI; FRESCHI, 2013).

Percebe-se que a diversidade de recursos didáticos sugeridos pelos trabalhos conforme o Quadro 5 é positiva, já que os materiais didáticos são importantes ferramentas no meio educacional por auxiliar no processo de ensino-aprendizagem. Entretanto, na realidade escolar, comumente não são explorados em diversidade no ensino de disciplinas científicas, as quais priorizam a utilização do quadro para exposição conceitual e o livro didático para a realização de exercícios. Isso pode ocorrer por diferentes motivos, dentre eles o descrédito docente sobre a importância dos recursos à aprendizagem dos alunos ou pela ausência de estrutura, subsídios, tempo

disponível para planejamento, confecção e/ou implementação de propostas diversificadas (THEODORO et al., 2015; NICOLA; PANIZ, 2016). Por isso, quanto a esse aspecto, os trabalhos mapeados poderiam contribuir de certo modo com o processo de ensino, uma vez que as pesquisas apresentam possibilidades educativas.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Tendo em vista o objetivo desta pesquisa, realizar um levantamento bibliográfico sobre trabalhos nas áreas de Marie Curie e radioatividade, percebeu-se a existência de produções nos ENPECs sobre os temas buscados, embora não em um volume significativo se comparado à totalidade de trabalhos completos existentes. Em geral, notou-se a existência de pesquisas teóricas e empíricas, abrangendo desde espaços não-formais de ensino até Educação Básica e Ensino Superior.

Quanto às produções envolvendo Marie Curie, percebeu-se que versavam principalmente sobre discussões quanto ao gênero no âmbito científico e ao emprego de aspectos biográficos como contexto à aprendizagem do início e/ou desenvolver de investigações sobre radioatividade. No caso dos trabalhos sobre radioatividade, a maior incidência de produções estava relacionada à área de ensino, seja por percepções dos sujeitos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem quanto à temática ou por proposições didático-metodológicas.

Em síntese, em ambas as pesquisas temáticas, verificou-se principalmente que os trabalhos analisados almejavam o favorecimento de um ensino de Ciências adequado e contextualizado, apesar da pluralidade de trabalhos encontrados. Com isso, é possível perceber que as produções em discussão nos ENPECs têm realizado diferentes abordagens para o ensino dentro das perspectivas propostas que dizem respeito à radioatividade e uma das importantes personalidades nesse campo de estudo, Marie Curie.

## **AGRADECIMENTOS**

Apoio financeiro à pesquisa: FAPESC e CNPQ.

## **REFERÊNCIAS**

BARP, E. Contribuições da História da Ciência para o Ensino da Química: Uma Proposta para Trabalhar o Tópico Radioatividade. **História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces**, v. 8, p. 50-67, 2013.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 de dezembro de 1996. Disponível em: [http://planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9394.htm](http://planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm). Acesso em: 30 set. 2018.

BRASIL. **PCN+ Ensino Médio**: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 2002. 141 p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 03 out. 2018.

BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. v. 2. Brasília: Secretaria de Educação Básica, 2006. 135 p. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf). Acesso em: 04 out. 2018.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**: Educação é a Base. 04 dez. 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf) Acesso em: 23 jan. 2019.

CERANSKI, B. Scientists as Heroes? Einstein, Curie and the Popular Historiography of Science. In: PALETSCHEK, S. (Ed.). **Popular Historiographies in the 19th and 20th Centuries**: Cultural Meanings, Social Practices. Oxford: Berghahn Books, 2011. 172-187 p.

CORDEIRO, M. D.; PEDUZZI, L. O. Q. As Conferências Nobel de Marie e Pierre Curie: a gênese da radioatividade no ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 3, p. 473-514, dez. 2010.

COSTA, N. O. **Trabalho em Grupo: Concepções de um professor de Biologia e alunos do Ensino Médio de uma escola pública de São Paulo**. 2010. 67 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo. 2010.

CURIE, E. **Madame Curie**. Biblioteca do Espírito Moderno. História e Biografia. Série 3ª, v. 1. Tradução: Monteiro Lobato. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 11. ed., 1962.

CURIE, M. S. **Pierre Curie**. New York: The Macmillan company, 1923.

CURIE, E. **La Radiologie et la Guerre. Nouvelle Collection Scientifique**. Paris: Librairie Félix Alcan, 1921.

CURIE, E. **Radium and the New Concepts in Chemistry. Marie Curie**: Nobel Lecture. Nobel Prize. December 11, 1911.

ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS (ENPEC), 8., 2011, Campinas (SP). **Atas...**, Bauru: ABRAPEC, 2011. Disponível em: [www.abrapecnet.org.br/atas\\_enpec/viii/enpec/index.htm](http://www.abrapecnet.org.br/atas_enpec/viii/enpec/index.htm). Acesso em: 26 jan. 2020.

ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS (ENPEC), 9., 2013, Águas de Lindóia (SP). **Atas...**, Bauru: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), 2013. Disponível em: [www.abrapecnet.org.br/atas\\_enpec/ix/enpec/atas/](http://www.abrapecnet.org.br/atas_enpec/ix/enpec/atas/). Acesso em: 26 jan. 2020.

ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS (ENPEC), 10., 2015, Águas de Lindóia (SP). **Atas...**, Bauru: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), 2015. Disponível em: [www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/index.htm](http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/index.htm). Acesso em: 26 jan. 2020.

ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS (ENPEC), 11., 2017, Florianópolis (SC). **Atas...**, Bauru: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), 2017. Disponível em: [www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/index.htm](http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/index.htm). Acesso em: 26 jan. 2020.

ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS (ENPEC), 12., 2019, Natal (RN). **Atas...**, Bauru: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), 2019.

FRESCHI, E. M.; FRESCHI, M. Relações interpessoais: a construção do espaço artesanal no ambiente escolar. **Revista de Educação do Instituto de Desenvolvimento Educacional do Alto Uruguai**, v. 8, n. 18, p. 1-13, 2013.

GIRALDI, P. M. **Leitura e escrita no ensino de ciências: espaços para produção de autoria**. 2010. 350 p. Tese – (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

MARTINS, R. Como Becquerel não descobriu a Radioatividade. Caderno **Catarinense de Ensino de Física**, v. 7 (Número Especial), p. 27-45, 1990.

MARTINS, R. As primeiras investigações de Marie Curie sobre os elementos radioativos. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 1, n. 1, p. 29-41, 2003.

MARTINS, R. A história das ciências e seus usos na educação. Pp. xxi-xxxiv. In: SILVA, Cibelle Celestino (ed.). **Estudos de História e Filosofia das Ciências: Subsídios para aplicação no Ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

MARTINS, R. **Becquerel e a descoberta da radioatividade: Uma análise crítica**. Campina Grande: EDUEPB/Livraria da Física, 2012.

NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no Ensino de Ciências e Biologia. **Inovação e Formação**, v. 2, n. 1, p. 355-381, 2017.

PUGLIESE, G. **Sobre o ‘Caso Marie Curie’ - A radioatividade e a subversão do gênero**. 2009. 193 p. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

PUGLIESE, G. Sobre o “Caso Marie Curie”: **A Radioatividade e a Subversão do Gênero**. São Paulo: Alameda, 2012.

QUINN, S. **Marie Curie: Uma vida**. Tradução: Sonia Coutinho. 1. ed. São Paulo: Scipione Cultural, 1997.

REID, R. Marie Curie. New York: **Saturday Review Press/E. P. Dutton & Co., Inc.**, 1974.

SANTOS, P. N.; LOGUERCIO, R. Q. Ficção para um Corpo de Cientista: Marie Curie, a Invenção de Si e a Narrativa Autobiográfica. **Revista Brasileira de Pesquisa (Auto) biográfica**, v. 1, n. 3, p. 447-466, 2016.

SILVA, A. L. **O uso de recursos didáticos no ensino de ciências como estratégia para promover a motivação de adolescentes em restrição de liberdade**. 2013. 25 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Naturais) – Universidade de Brasília, Planaltina. 2013.

SOCHA, R. R.; MARIN, F. A. D. G. A dinâmica das interações verbais em sala de aula. In: **Educação Contemporânea: Caminhos, obstáculos e travessias**. Arilda Inês Miranda Ribeiro (Org.). Editora Cultura Acadêmica. 1. ed. São Paulo. 2011.

SOUZA, G. L. R. A Importância da Pesquisa no Ensino de História nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de Educação e Cultura**, n. 1, p. 55-65, 2010.

THEODORO, F. C. M.; COSTA, J. B. S.; ALMEIDA, L. M. Modalidades e recursos didáticos mais utilizados no ensino de Ciências e Biologia. **Estação Científica**, v. 5, n. 1, p. 127-139, set. 2015.

TONDOLO, D. C. P.; MENGARDA, E. J. O Uso dos Gêneros Textuais Jornalísticos nas Escolas de Ensino Médio de Frederico Westphalen. In: **CONGRESSO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO NA REGIÃO SUL**, 13., 2012, Chapecó (SC). **Anais...**, São Paulo: Intercom, 2012.