

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO DO MESTRADO PROFISSIONAL
EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

**RAIOS-X E RADIOTERAPIA:
UMA OFICINA TEMÁTICA PARA ABORDAR CONCEITOS DE RADIAÇÕES E
RADIOATIVIDADE NO ENSINO MÉDIO NA PERSPECTIVA DA
CONTEXTUALIZAÇÃO**

ELENICE FELIMBERTI GONZATTO

Porto Alegre
Dezembro de 2020

ELENICE FELIMBERTI GONZATTO

**RAIOS-X E RADIOTERAPIA:
UMA OFICINA TEMÁTICA PARA ABORDAR CONCEITOS DE RADIAÇÕES E
RADIOATIVIDADE NO ENSINO MÉDIO NA PERSPECTIVA DA
CONTEXTUALIZAÇÃO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte da exigência para a obtenção do grau de Mestre em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Tania Denise Miskinis Salgado

Porto Alegre, dezembro de 2020.

CIP - Catalogação na Publicação

Gonzatto, Elenice Felimberti
Raios-X e Radioterapia: Uma Oficina Temática para
abordar conceitos de Radiações e Radioatividade no
Ensino Médio na perspectiva da contextualização. /
Elenice Felimberti Gonzatto. -- 2020.
275 f.
Orientadora: Tania Denise Miskinis Salgado.

Dissertação (Mestrado Profissional) -- Universidade
Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Química,
Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em
Química em Rede Nacional, Porto Alegre, BR-RS, 2020.

1. Oficina Temática. 2. Contextualização do Ensino
de Química. 3. Radiações e Radioatividade. 4. Raios-X
e Radioterapia. 5. Vygotsky. I. Salgado, Tania Denise
Miskinis, orient. II. Título.

ELENICE FELIMBERTI GONZATTO

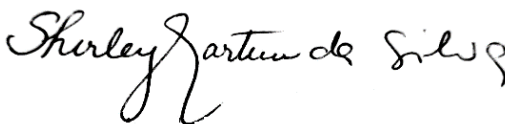
**RAIOS-X E RADIOTERAPIA: UMA OFICINA TEMÁTICA PARA ABORDAR
CONCEITOS DE RADIAÇÕES E RADIOATIVIDADE NO ENSINO MÉDIO NA
PERSPECTIVA DA CONTEXTUALIZAÇÃO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte da exigência para a obtenção do grau de Mestre em Química.

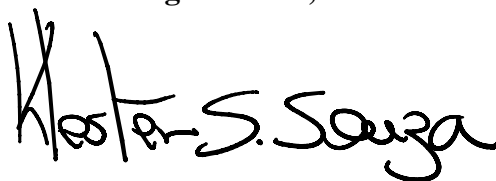
Aprovada em 15 de dezembro de 2020.



Profa. Dra. Tania Denise Miskinis Salgado
Orientadora



Dra. SHIRLEY MARTIM DA SILVA
Comgrad/AGR, UFRGS



Prof. Dr. KLESTER SANTOS SOUZA
PROFQUI, UFRGS



Profa. Dra. LÍVIA STREIT
PROFQUI, UFRGS

*Dedico este trabalho aos meus pais Domingos e Selanira,
ao meu irmão Elisson, ao meu esposo Paulo Sergio
e minhas amadas filhas Paula e Angela.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar a Deus, que iluminou meus pensamentos com sabedoria dando-me forças para realizar esse trabalho com serenidade.

Meus agradecimentos com carinho especial a todos que me acompanharam durante a realização desta dissertação. À força e incentivo de meus pais Selanira e Domingos. Ao companheirismo e ajuda do meu irmão Elisson. Ao apoio e compreensão de minha família: meu amado esposo Paulo Sergio, minhas amadas filhas Paula Aparecida e Angela e minha sogra Armelinda. Ao trabalho e empenho das amigas Nadia e Noeli.

À minhas amigas Luciana, Janassana, Jaiara e Silvane, pela atenção e carinho que sempre regeu a nossa amizade. Aos colegas do PROFQUI, em especial à colega Carla, pelo aprendizado, pela cumplicidade e pelas experiências enriquecedoras que compartilhamos nesses dois anos de curso.

Agradeço à Professora Tania Denise Miskinis Salgado, pela sua valiosa orientação a este trabalho, sempre disponível me atendendo com solicitude, paciência e serenidade.

À colaboração e cumplicidade dos estudantes do Segundo Ano do Ensino Médio, turma 211, da Escola Feliciano Jorge Alberto, pois vocês são a razão do nosso ser docente.

Agradeço à Escola Estadual de Educação Básica Feliciano Jorge Alberto pela receptividade com que sempre me acolheu e onde conquistei a experiência necessária para desempenhar a nobre missão de ser professora.

Aos professores, banca desta dissertação de mestrado, Prof^ª Shirley Martim da Silva, Prof. Kléster dos Santos Souza e Prof^ª Lívia Streit, profissionais exemplares no ensino de Química. Agradeço por aceitarem prontamente o convite e pelas contribuições para o aperfeiçoamento do trabalho.

Aos demais professores membros do PROFQUI, no Instituto de Química da UFRGS, pelos ensinamentos e contribuições no decorrer desse curso.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela oportunidade e à CAPES, pelo auxílio financeiro.

*“Na vida não existe nada a se temer,
apenas a ser compreendido”.*

Marie Curie

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo abordar de forma contextualizada o conteúdo de Radiações e Radioatividade por meio da proposição metodológica de uma Oficina Temática intitulada “O uso da radiação na medicina: Raios-X e Radioterapia”. O público-alvo foram estudantes do Segundo Ano do Ensino Médio de uma escola pública. Segundo Marcondes, a Oficina Temática é uma proposição metodológica que procura tratar os conhecimentos científicos de forma inter-relacionada e contextualizada, envolvendo os estudantes em um processo ativo de construção do seu próprio conhecimento e de reflexão que contribui para a tomada de decisões. A Oficina Temática desenvolvida foi estruturada com base nos três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti, os quais são: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. De acordo com autores como Maldaner, Mortimer; Scott, Santos; Schnetzler, um ensino na perspectiva da contextualização deve ser baseado em temáticas que estejam relacionadas à vivência dos estudantes e que emergem do interesse dos mesmos. Deve favorecer a construção de um conhecimento químico sólido e que oportunize ao discente uma formação crítica para a tomada de decisões de forma consciente frente aos desafios da realidade social na qual está inserido. A temática Radiações e Radioatividade apresenta forte caráter interdisciplinar, visto que para sua abordagem são evocados conceitos pertencentes a várias disciplinas, conforme coloca Pombo, mesmo que outros professores não tenham participado na aplicação da Oficina Temática. O presente trabalho baseou-se nos pressupostos da teoria Histórico-Cultural de aprendizagem de Vygotsky. Esta teoria postula que o desenvolvimento das funções mentais superiores são processos mediados por instrumentos e signos – como a linguagem – com origem na interação do indivíduo com o seu meio social e cultural, sobretudo nas situações específicas como o ensino. A metodologia de pesquisa adotada na presente investigação apresenta predominantemente caráter qualitativo. Os resultados obtidos permitem concluir que o desenvolvimento dos conteúdos de Química através de temáticas relacionadas com a vivência dos estudantes favorece a construção do conhecimento de forma mais efetiva do que a utilização da metodologia baseada no ensino tradicional. A estratégia metodológica adotada para as Oficinas Temáticas favoreceu a construção de novos conhecimentos, o desenvolvimento de novas formas de estudar Química, estabelecendo relações entre o conhecimento cotidiano e o conhecimento científico. Ela também apontou avanços significativos no entendimento dos estudantes sobre o uso da radiação na medicina. A investigação também mostrou que os estudantes consideram importante a disciplina de Química no seu currículo escolar, sendo que a maioria afirmou aplicar o conhecimento químico no seu cotidiano. Na revisão de literatura, não foi encontrada nenhuma Oficina Temática que tenha abordado o uso da radiação na área da medicina para o diagnóstico e tratamento de doenças. Isso nos permite inferir que esta temática é um campo aberto para investigações, com grandes potencialidades para se trabalhar tópicos do ensino de Química, Física e Ciências. Apesar dos desafios encontrados – como escassez de tempo para o desenvolvimento das atividades e pouca disponibilidade de materiais sobre o assunto da pesquisa –, pode-se dizer que a prática pedagógica realizada junto aos estudantes representou uma oportunidade ímpar de crescimento pessoal e profissional para a pesquisadora.

Palavras-chave: Oficina Temática; Contextualização do Ensino de Química; Radiações; Radioatividade; Vygotsky.

ABSTRACT

The present work approaches, in a contextualized manner, the contents of Radiations and Radioactivity through a methodological proposal of a Thematic Workshop entitled “The use of radiation in medicine: X-rays and Radiotherapy”. The subjects of this research were second year High School students of a Brazilian public school. According to Marcondes, the Thematic Workshop is a methodological proposal that seeks to treat scientific knowledge in an interrelated and contextualized way, involving students in an active process of building their own knowledge and of reflection that contributes to their decision-making. The Thematic Workshop developed was structured based on the three pedagogical moments proposed by Delizoicov and Angotti: initial problematization, organization of knowledge and application of knowledge. According to authors as Maldaner, Mortimer and Scott, Santos and Schnetzler, teaching, from the perspective of contextualization, should be based on themes that are related to the students' experience and that emerge from their interest. It should favor the construction of solid chemical knowledge and provide the student with critical training for conscious decision-making facing the challenges of the social reality in which it is inserted. The theme Radiations and Radioactivity has a strong interdisciplinary character, since concepts that belong to various disciplines are evoked for its approach, as we see in Pombo, even though other teachers did not participate in the application of the Thematic Workshop. The present work was based on the Vygotsky Historical-Cultural theory of learning. It postulates that the development of higher mental functions are processes mediated by instruments and signs – such as language – originated in the interaction of the individual with his social and cultural environment, especially in specific situations such as teaching. The research methodology adopted in the present investigation is predominantly qualitative. The results obtained allow us to conclude that the development of Chemistry content through themes related to the students' experience favors the construction of knowledge more effectively than the use of the methodology based on traditional teaching. The methodological strategy adopted for the Thematic Workshops contributed towards the students' construction of new knowledge, development of new ways of studying Chemistry, establishing of relationships between everyday knowledge and scientific knowledge. It also showed significant advances in the understanding of the use of radiation in medicine. The investigation also showed that students consider the discipline of Chemistry to be important in their school curriculum, with the majority claiming to apply chemical knowledge in their daily lives. In the literature review, no Thematic Workshop was found that addressed the use of radiation in the field of medicine for the diagnosis and treatment of diseases. This allows us to infer that this theme constitutes an open field for investigations, with great potential to work on topics in the teaching of Chemistry, Physics and Sciences. Despite the challenges encountered – such as lack of time for the development of activities and little availability of materials on the subject of the research –, it can be said that the pedagogical practice carried out with the students represented a unique opportunity for personal and professional growth for the researcher.

Keywords: Thematic Workshop; Chemistry Teaching Contextualization; Radiations; Radioactivity; Vygotsky.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Um mapa conceitual relacionado à abordagem do conteúdo por meio de temáticas com outros elementos importantes no ensino de Ciências.....	66
Figura 2 - Relação entre a Química e o cotidiano na visão dos estudantes.....	136
Figura 3 - Justificativa dos estudantes sobre a contribuição da abordagem temática para o aprendizado dos conteúdos químicos.....	141
Figura 4 - Entendimento dos estudantes sobre o conceito de radiação antes da realização da Oficina Temática.....	142
Figura 5 - Concepções dos estudantes sobre a presença da radiação no seu cotidiano antes da realização da Oficina Temática.....	144
Figura 6 - Situações nas quais a Radioatividade está presente em nossa sociedade, elencadas pelos estudantes antes da realização da Oficina Temática.....	150
Figura 7 - Entendimento dos estudantes sobre o conceito de radiação após a realização da Oficina Temática.....	155
Figura 8 - Concepções dos estudantes sobre a presença da radiação no seu cotidiano após a realização da Oficina Temática.....	158
Figura 9 - Entendimento dos estudantes sobre o conceito de Radioatividade após a realização da Oficina Temática.....	160
Figura 10 - Concepções dos estudantes sobre as aplicações da Radioatividade na sociedade, após a realização da OT.....	163
Figura 11 - Entendimento dos estudantes sobre a utilização dos Raios-X na realização de exames para o diagnóstico de doenças.....	167
Figura 12 - Entendimento dos estudantes sobre como a Radioterapia é utilizada para o tratamento do câncer.....	170
Figura 13 - Situações nas quais a radiação é benéfica para as pessoas elencadas pelos estudantes após a realização da OT.....	173
Figura 14 - Situações nas quais a radiação pode trazer malefícios para as pessoas elencadas pelos estudantes após a realização da OT.....	174
Figura 15 - Analogia de uma radiografia da mão (a) e palestra com a técnica em radiologia (b).....	180
Figura 16 - Simulações sobre Raios-X e Radioatividade (a) e jogo das miçangas (b).....	181
Figura 17 - Leitura de reportagens sobre Radioterapia (a) e apresentação de seminários sobre Radioterapia (b).....	182
Figura 18 - Resolução das questões sobre o uso dos Raios-X para o diagnóstico de doenças.....	184
Figura 19 - Trecho do texto de sistematização dos conceitos sobre a radiação do tipo Raios-X.....	185
Figura 20 - Trecho do relatório sobre a palestra proferida pela técnica em radiologia.....	185
Figura 21 - Resolução das questões sobre o uso da Radioterapia para o tratamento do câncer.....	186
Figura 22 - Trecho da pesquisa sobre a biografia de Marie Curie e suas descobertas sobre a Radioatividade.....	186
Figura 23 - Gráfico do decaimento radioativo do Samário-153 – radioisótopo	

utilizado na Radioterapia.....	187
Figura 24 - Trecho do material sobre energia nuclear entregue aos participantes do minicurso.....	190
Figura 25 - Apresentação do minicurso sobre energia nuclear (a) e alunos do sétimo ano que participaram do minicurso (b).....	191
Figura 26 - Imagem da bomba atômica Little Boy (a) e imagem do cogumelo formado pela explosão da bomba atômica (b).....	192
Figura 27 - Apresentação do minicurso sobre bombas atômicas (a) e alunos do sexto ano que participaram do minicurso (b).....	193
Figura 28 - Apresentação do minicurso sobre Radioterapia	194
Figura 29 - Apresentação do minicurso sobre radiação IV (a) e emissão de radiação IV do controle remoto vista por meio da câmera do celular (b).....	195
Figura 30 - Cartaz com informações sobre energia nuclear apresentado na feira de ciências pelo grupo 1 (a) e cartaz elaborado pelo grupo 2 sobre o tema bombas atômicas (b).....	196
Figura 31 - Cartaz com informações sobre Radioterapia apresentado na feira de ciências pelo grupo 3 (a) e apresentação do grupo 4 sobre o tema radiação infravermelha (b).....	197
Figura 32 - Cartaz com fotos das atividades realizadas na OT exposto na escola durante a feira de ciências.....	198

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características Gerais dos Três Momentos Pedagógicos.....	65
Quadro 2 - Trabalhos publicados no LUME e síntese dos aspectos de interesse (período 2010-2020).....	86
Quadro 3 - Trabalhos publicados nos EDEQs e síntese dos aspectos de interesse (período 2010-2020).....	89
Quadro 4 - Trabalhos publicados nos ENEQs e síntese dos aspectos de interesse (período 2010-2020).....	95
Quadro 5 - Trabalhos publicados no EEEFis-RS e síntese dos aspectos de interesse (período 2010-2020).....	107
Quadro 6 - Trabalhos publicados no SNEF e síntese dos aspectos de interesse (período 2010-2020).....	112
Quadro 7 - Trabalhos publicados no ENPEC e síntese dos aspectos de interesse (período 2010-2020).....	117
Quadro 8 - Respostas dos estudantes sobre o conceito de radiação antes e depois da realização da Oficina Temática.....	156
Quadro 9 - Respostas dos estudantes sobre a aplicação da Radioatividade na sociedade antes e depois da realização da Oficina Temática.....	164

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Aplicação do Conhecimento
ABRAPEC	Associação Brasileira de Pesquisa e Educação em Ciências
AEE	Atendimento Educacional Especializado
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CCEAD	Coordenação Central de Educação a Distância
CEB	Câmara de Educação Básica
CNE	Conselho Nacional de Educação
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
EDEQ	Encontro de Debates sobre o Ensino de Química
EEEFis- RS	Encontro Estadual de Ensino de Física do Rio Grande do Sul
EF	Ensino Fundamental
EJA	Educação de Jovens e Adultos
EM	Ensino Médio
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
ENEQ	Encontro Nacional de Ensino de Química
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
FAD	Fichas de Aula Dialogadas
FURG	Universidade Federal do Rio Grande
GEPEQ	Grupo de Pesquisa em Educação Química
Gipec	Grupo Interdepartamental de Pesquisa sobre Educação em Ciências
GPS	Sistema de Posicionamento Global
HQ	Histórias em Quadrinhos
IAEA	Agência Internacional de Energia Nuclear
IFRS	Instituto Federal do Rio Grande do Sul
INCA	Instituto Nacional de Câncer
INPE	Instituto de Pesquisas Espaciais
IPEN	Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
IQ	Instituto de Química
IV	Radiação Infravermelha

LabVirt	Laboratório Didático Virtual da USP
LD	Livro Didático
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
LUME	Repositório Digital da Universidade Federal do Rio Grande do Sul
MP	Momentos Pedagógicos
OC	Organização do Conhecimento
ONG	Organização Não Governamental
OT	Oficina Temática
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PET	Tomografia por Emissão de Pósitrons
<i>PhET</i>	<i>Physics Educational Technology</i>
PI	Problematização Inicial
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
PROFQUI	Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional
PUC	Pontifícia Universidade Católica
QN	Química Nova
QNEsc	Química Nova na Escola
QSC's	Questões sociocientíficas
RPE	Estratégia de Rotação por Estações
RPG	<i>Role- playing game</i> (Jogo de Representação de Papéis)
SBPC	Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
SI	Sistema Internacional de Unidades
SNEF	Simpósio Nacional de Ensino de Física
SPECT	Tomografia Computadorizada por Emissão de Fóton Único
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
<i>TLS</i>	<i>Teaching Learning Sequence</i>
UEL	Universidade Estadual de Londrina
UFMS	Universidade Federal do Mato Grosso do Sul
UFMT	Universidade Federal do Triângulo Mineiro
UFPeL	Universidade Federal de Pelotas
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UnB	Universidade de Brasília

Unicamp	Universidade Estadual de Campinas
UNIJUÍ	Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul
USP	Universidade de São Paulo
UV	Radiação Ultravioleta
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	19
1.1 JUSTIFICATIVA.....	22
2 OBJETIVOS.....	23
2.1 OBJETIVO GERAL.....	23
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
3 A CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA.....	24
3.1 A REALIDADE DO ENSINO DE QUÍMICA DESENVOLVIDO NAS ESCOLAS.....	24
3.2 A IMPORTÂNCIA DA CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA.....	27
3.3 PROPOSTAS PARA UM ENSINO DE QUÍMICA CONTEXTUALIZADO.....	35
3.4 A CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO ATRAVÉS DE ABORDAGENS TEMÁTICAS E A INTERDISCIPLINARIDADE.....	38
4 TEORIA DE APRENDIZAGEM HISTÓRICO-CULTURAL DE VYGOTSKY.....	44
4.1 PRINCIPAIS PRESSUPOSTOS DA TEORIA VIGOTSKYANA.....	44
4.2 O CONCEITO DE ZONA DE DESENVOLVIMENTO PROXIMAL – ZDP.....	48
4.3 ALGUMAS IMPLICAÇÕES DA ABORDAGEM HISTÓRICO-CULTURAL NO CAMPO EDUCACIONAL, EM ESPECIAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	49
5 OFICINAS TEMÁTICAS: UMA METODOLOGIA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS.....	57
5.1 ABORDAGEM TEMÁTICA.....	57
5.2 OFICINAS TEMÁTICAS.....	60
5.3 OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS.....	63
5.3.1 Problematização Inicial – 1º MP.....	63
5.3.2 Organização do Conhecimento – 2º MP.....	64
5.3.3 Aplicação do Conhecimento – 3º MP.....	64
5.4 O DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS DIDÁTICOS PELO PROFESSOR.....	67
6 ABORDAGEM DO CONTEÚDO SOBRE RADIAÇÕES E RADIOATIVIDADE NO ENSINO MÉDIO.....	71
6.1 MATERIAIS SOBRE RADIAÇÕES E RADIOATIVIDADE UTILIZADOS NA	

ELABORAÇÃO DA OFICINA TEMÁTICA.....	73
6.2 ANÁLISE DO CONTEÚDO SOBRE RADIAÇÕES E RADIOATIVIDADE EM LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA DO ENSINO MÉDIO.....	77
6.3 REVISÃO DE LITERATURA SOBRE OS TRABALHOS QUE DESENVOLVERAM OFICINAS TEMÁTICAS SOBRE RADIAÇÕES E RADIOATIVIDADE.....	85
7 METODOLOGIA.....	123
7.1 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	123
7.2 METODOLOGIA DA ESTRATÉGIA DIDÁTICA.....	128
8 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	131
8.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESCOLA.....	132
8.2 CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS DA PESQUISA.....	133
8.3 CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES REFERENTES AO ENSINO DE QUÍMICA.....	133
8.3.1 Importância da disciplina de Química no currículo escolar.....	134
8.3.2 Aplicação dos conhecimentos químicos no cotidiano.....	135
8.3.3 Concepções iniciais dos estudantes com relação à metodologia de ensino baseada na abordagem temática.....	139
8.4 CONCEPÇÕES INICIAIS DOS ESTUDANTES SOBRE O CONTEÚDO DA OFICINA TEMÁTICA.....	141
8.5 CONHECIMENTOS CONSTRUÍDOS PELOS ESTUDANTES SOBRE RADIAÇÕES E RADIOATIVIDADE APÓS A REALIZAÇÃO DA OFICINA TEMÁTICA.....	154
8.6 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NA OFICINA TEMÁTICA.....	179
8.7 MINICURSOS MINISTRADOS PELOS ESTUDANTES SUJEITOS DA PESQUISA PARA ALUNOS DE OUTRAS TURMAS DA ESCOLA.....	188
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	199
10 REFERÊNCIAS.....	202
APÊNDICE A - Carta de Anuência.....	218
APÊNDICE B - Termo de Assentimento.....	219
APÊNDICE C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	221
APÊNDICE D - Questionário Inicial para Coleta de Dados.....	223

APÊNDICE E - Questionário Geral Inicial.....	224
APÊNDICE F - Questionário Geral Final.....	225
APÊNDICE G - Produto Educacional.....	226

1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios da educação em Ciências na atualidade se constitui em proporcionar aos estudantes um conhecimento sólido nas disciplinas da área científica, de modo que o aluno possa apropriar-se deste conhecimento de forma consciente e mobilizá-lo para solucionar os desafios que se apresentam, tendo em vista as constantes transformações científicas e tecnológicas que marcam a sociedade contemporânea.

A realidade do ensino de Ciências, em especial do ensino de Química, desenvolvido na maioria das escolas nos mostra que este vem apresentando limitações com relação à construção de um conhecimento efetivo por parte dos estudantes. De acordo com Maldaner (2003), o ensino de Química muitas vezes está baseado no modelo de “transmissão-recepção”, típico de uma relação pedagógica limitada à reprodução restrita do saber de posse do professor que repassa os conteúdos sem significação para o aluno.

Como consequência disso, frequentemente presencia-se um ensino tradicional baseado na transmissão de conteúdos químicos descontextualizados, fragmentados, sem diálogo com as demais disciplinas que compõem o currículo, com excessiva ênfase na memorização de fórmulas e equações e desvinculado das vivências dos estudantes. Um ensino com essas características vem sendo considerado o responsável pelo baixo nível de aprendizagem química apresentado pelos alunos, o qual resulta em altos índices de reprovação nesta disciplina, em resultados insatisfatórios em concursos vestibulares e outros que exijam o conhecimento químico e na pouca compreensão por parte dos estudantes dos aspectos científicos e tecnológicos que demandam um conhecimento químico mais consistente.

Diante deste cenário, vários autores que tratam de educação em geral, ou em especial do ensino de Química (MALDANER, 2003; CHASSOT, 1990; MACHADO, 1999; FREIRE, 1996; SANTOS e SCHNETZLER, 2003; MARQUES, 2002), convergem seus entendimentos na perspectiva de que, para o educando construir um conhecimento efetivo e de relevância para sua formação como cidadão, o ensino precisa estar baseado em temáticas relacionadas com a vivência dos estudantes, as quais façam parte do seu cotidiano, do seu mundo sociocultural. Nesse sentido, apontam a contextualização do ensino como caminho para a construção de um ensino de Química de qualidade, ou seja, que tenha significado para a vivência do estudante e possibilite ao mesmo aplicar os conhecimentos químicos aprendidos em sala de aula no seu cotidiano.

Os documentos legais que tratam da organização curricular para o Ensino Médio (BRASIL, 2002; 2006; 2017) enfatizam a importância de um currículo organizado sob a

óptica da contextualização na área das Ciências da Natureza. Segundo Silva e Marcondes (2014), a contextualização pode ser entendida tanto como uma ferramenta metodológica quanto como princípio norteador do processo de ensino e aprendizagem.

A contextualização se apresenta como um modo de ensinar conceitos das ciências ligados à vivência dos alunos seja ela pensada como recurso pedagógico ou como princípio norteador do processo de ensino. Então, trata-se de pensar numa abordagem que busque estreitar a relação entre conceitos e contextos, com vistas a ensinar para a formação do cidadão. (SILVA; MARCONDES, 2014, p. 16).

Diante do exposto podemos dizer que o presente trabalho emergiu da possibilidade de abordar o conhecimento químico sob a perspectiva da contextualização. Nele será apresentada uma proposta de trabalho contextualizado, a qual foi elaborada e desenvolvida pela pesquisadora, que atua como professora de Química em uma escola pública no município de Redentora, localizado na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. A proposta consistiu em trabalhar de forma contextualizada o conteúdo sobre Radiações e Radioatividade, em especial o uso da radiação no tratamento do câncer com a Radioterapia e na realização de exames do tipo Raios-X e foi aplicada com uma turma de estudantes do segundo ano do Ensino Médio.

O motivo que norteou uma abordagem na perspectiva da contextualização foi o fato da temática ter partido do interesse dos próprios estudantes, visto que muitos deles têm parentes e conhecidos que realizam tratamento para o câncer através da Radioterapia, havendo grande curiosidade para saber de que forma o uso da radiação poderia curar doenças, se o conhecimento que os mesmos tinham era de que a radiação seria responsável por desencadear o câncer e outras doenças. O estudo sobre a radiação do tipo Raios-X foi escolhido, visto que os exames mais comuns que as pessoas da comunidade realizam são os que utilizam a radiação do tipo Raios-X.

No trabalho desenvolvido pela pesquisadora adotou-se a proposição metodológica de trabalho por meio da realização de uma Oficina Temática. Segundo Marcondes (2008), a Oficina Temática configura-se como uma proposição metodológica que procura tratar os conhecimentos científicos de forma inter-relacionada e contextualizada, apresentando como principais características pedagógicas (MARCONDES, 2008, p. 68-69):

- Utilização da vivência dos alunos e dos fatos do dia-a-dia para organizar o conhecimento e promover aprendizagens;
- Abordagem de conteúdos da Química a partir de temas relevantes que permitem a contextualização do conhecimento;

- Estabelecimento de ligações entre a Química e outros campos de conhecimento necessários para se lidar com o tema em estudo;
- Participação ativa do estudante na elaboração do seu conhecimento.

A Oficina Temática desenvolvida foi estruturada com base nos três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti (1992), quais sejam: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

Assim, dentro deste enquadramento, o presente estudo será orientado pela seguinte questão de pesquisa: **O desenvolvimento de uma Oficina Temática, enquanto proposição metodológica que possibilita a contextualização no ensino de Química, favorece a construção do conhecimento sobre o conteúdo de Radiações e Radioatividade por parte dos estudantes?**

Tendo em vista a questão proposta pela presente investigação, apresenta-se então a estrutura do trabalho, o qual está organizado conforme descrito a seguir.

No capítulo dois serão apresentados os objetivos geral e específico do trabalho. Os capítulos três, quatro e cinco constituem a fundamentação teórica. Sendo que no capítulo três será discutido sobre a importância da contextualização no ensino de Ciências, em especial no ensino de Química, bem como algumas considerações a respeito da questão da interdisciplinaridade. O capítulo quatro apresenta os principais pressupostos da teoria de aprendizagem histórico-cultural, a qual fornece o embasamento teórico para este trabalho, e algumas contribuições que a mesma traz para o ensino de Ciências. O capítulo cinco refere-se à perspectiva curricular da abordagem temática, destacando a proposição metodológica das Oficinas Temáticas, estruturadas de acordo com os três momentos pedagógicos.

O capítulo seis apresenta uma contextualização da temática sobre Radiações e Radioatividade no ensino médio, apresentando inicialmente alguns materiais que tratam sobre o conteúdo de Radiações e Radioatividade, além de analisar como este conteúdo vem sendo abordado nos livros didáticos de Química voltados para o nível médio e, trazendo por fim, uma revisão bibliográfica acerca dos trabalhos que foram publicados nos anais de alguns eventos regionais e nacionais de ensino de Química, Física e Ciências nos últimos dez anos e que estejam relacionados com a temática Radiações e Radioatividade.

No capítulo sete descreve-se o percurso metodológico da pesquisa e no capítulo oito serão apresentados e discutidos os resultados obtidos no trabalho. Por fim, serão apresentadas as considerações finais da pesquisa e nos Apêndices do trabalho encontra-se um Roteiro da Oficina Temática desenvolvida, a qual dará origem ao Produto Educacional deste mestrado profissional.

1.1 JUSTIFICATIVA

A experiência vivenciada no ensino de Ciências como consequência da trajetória enquanto professora de Química, atuando há muitos anos em escolas públicas, nos mostra que, para o educando construir um conhecimento efetivo e de relevância para sua formação como cidadão, o ensino precisa estar baseado em temáticas relacionadas à sua vivência, as quais façam parte do seu cotidiano, do seu mundo sociocultural, onde os estudantes encontrem sentido no que estão estudando. Nesse sentido emergiu a proposta de trabalho apresentada nesta pesquisa, a qual foi motivada pelo interesse demonstrado pelos alunos durante as aulas de Química pela temática do uso da radiação no diagnóstico e tratamento de doenças, em especial pela Radioterapia, utilizada no tratamento de pacientes com câncer.

O interesse demonstrado pelos alunos pode ser explicado pelo seguinte motivo: o município de Redentora localiza-se numa região essencialmente agrícola, onde a utilização de agrotóxicos nas lavouras é muito intensa. Isso se constitui numa problemática, visto que em nossa região o número de pessoas que estão desenvolvendo câncer é bastante elevado, o que pode estar relacionado com o uso abusivo de agrotóxicos. Diante desta realidade, muitos alunos têm parentes e conhecidos que realizam tratamento para o câncer através da Radioterapia e havia entre os estudantes grande curiosidade para saber de que forma o uso da radiação poderia curar doenças, se o conhecimento que a maioria deles tinha era de que a radiação seria responsável por desencadear o câncer e outras doenças.

O estudo sobre a radiação do tipo Raios-X foi escolhido tendo em vista que os exames mais comuns para o diagnóstico de doenças que as pessoas da comunidade realizam são os que utilizam a radiação do tipo Raios-X, tornando-se importante conhecer e entender também esse tipo de radiação. Pretende-se, também, ampliar o entendimento dos estudantes acerca da utilização da radiação como algo benéfico, para que não a vejam somente como algo ruim, causadora de doenças e que traz apenas riscos e malefícios à sociedade, como acontece geralmente quando esta temática é tratada na mídia ou no desenvolvimento do conteúdo na escola.

A metodologia de ensino por meio de oficinas temáticas foi priorizada por possibilitar o trabalho com temáticas ligadas à vivência dos estudantes, que emergem do interesse deles, como é o caso da presente investigação. A abordagem dos conteúdos por meio de temáticas favorece a contextualização no ensino de Química, a qual é entendida como um fator que proporciona a construção de um conhecimento mais efetivo por parte do aluno.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Desenvolver uma Oficina Temática para abordar o conteúdo sobre Radiações e Radioatividade, na perspectiva da contextualização, com estudantes do Ensino Médio de uma escola pública.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conhecer as concepções iniciais dos estudantes sobre a radiação e a utilização da mesma para a realização de diagnóstico e tratamento de doenças no ser humano;

- Elaborar material didático na forma de uma Oficina Temática para abordar o conteúdo sobre Radiações e Radioatividade;

- Aplicar a Oficina Temática com os estudantes com o intuito de favorecer a construção dos conceitos químicos necessários para entender a temática trabalhada, em especial no tocante à Radioterapia para o tratamento do câncer e aos exames com Raios-X para o diagnóstico de doenças;

- Ampliar o entendimento dos estudantes acerca da utilização da radiação e da Radioatividade como algo benéfico, elencando outros campos de aplicação além da medicina;

- Verificar a construção de conhecimento por parte dos estudantes no que tange a metodologia de ensino empregada.

3 A CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Um dos grandes desafios da educação e dos educadores na atualidade se constitui em proporcionar aos estudantes um conhecimento sólido nas disciplinas da área científica, tendo em vista as constantes transformações científicas e tecnológicas que marcam a sociedade contemporânea. Essa demanda está contemplada em muitos documentos legais que regem a educação no Brasil, em especial na Lei nº 9.394/96 - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB. No artigo 35, inciso IV, a LDB dispõe que uma das finalidades do Ensino Médio é possibilitar ao educando “a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática no ensino de cada disciplina”. (BRASIL, 1996, p. 14-15).

Conforme se observa em Santos e Schnetzler (2003), um conhecimento sólido e contextualizado se faz necessário especialmente na área da Química, por diversos motivos, entre eles: a presença da Química na constituição dos seres vivos, bem como em todos os processos vitais que ocorrem nestes; a grande dependência que a humanidade desenvolveu dos materiais e substâncias produzidos através do conhecimento químico; e, finalmente, pela colaboração que a Química pode trazer para solucionar muitos dos problemas sociais que afligem a humanidade atualmente.

3.1 A REALIDADE DO ENSINO DE QUÍMICA DESENVOLVIDO NAS ESCOLAS

Maldaner (2003) ressalta que apesar da importância da Química para a sociedade e da presença dos inúmeros produtos químicos no meio sociocultural, a maioria da população não tem conhecimento sobre os processos de produção e sobre a constituição dos materiais e substâncias químicas. Essa situação, segundo o autor, é, em grande parte, fruto da má qualidade da educação oferecida aos estudantes no Ensino Médio, não só na disciplina de Química, mas nas demais disciplinas que compõem o currículo escolar. O Ensino Médio, na maior parte das escolas, tem como única finalidade a preparação para o vestibular, não qualificando os estudantes para o trabalho e demonstrando “pouco valor formativo e educativo para o mundo vivido das pessoas”. (MALDANER, 2003, p. 212).

O ensino de Química desenvolvido nas escolas muitas vezes está baseado no modelo pedagógico da “transmissão/recepção”, conforme coloca Maldaner (2003). Este se caracteriza por um ensino tradicional, descontextualizado, fragmentado e sem diálogo com as demais disciplinas. O ensino desenvolvido é predominantemente teórico, baseado no livro didático e,

na maioria das vezes, desprovido do aspecto experimental que caracteriza a ciência Química. Há uma ênfase na memorização de nomes de substâncias químicas, bem como de fórmulas e equações químicas, além da resolução de muitos cálculos sem aplicabilidade prática para os alunos. Nota-se nas práticas pedagógicas dos professores uma excessiva preocupação em transmitir para os alunos todos os conteúdos previstos no programa de ensino, sem a devida reflexão sobre a relevância sociocultural destes conteúdos para os estudantes.

O conteúdo costuma ser trabalhado segundo uma divisão do conhecimento químico por áreas da Química (Química Geral, Físico-Química e Química Orgânica), as quais são trabalhadas cada qual em uma série do Ensino Médio (1ª série, 2ª série e 3ª série, respectivamente), conforme coloca Chassot (1990). Essa maneira de organizar o conteúdo prejudica a construção de conhecimentos pelos estudantes, pois fragmenta os conteúdos, dando a falsa impressão que não há uma inter-relação entre eles, além de impedir a construção de um conhecimento contextualizado, integrado e significativo.

Um ensino com essas características pode estar na raiz de muitos problemas que se verificam no ensino de Química, tais como: altos índices de reprovação; resultados insatisfatórios no Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM e nos vestibulares; pouca compreensão por parte dos estudantes da importância do conhecimento químico para a sociedade; falta de interesse e, até mesmo rejeição, por parte dos alunos pela disciplina de Química; e, o mais preocupante, um baixo nível de conhecimento com relação aos conceitos químicos.

Um ensino de Química que atenda às demandas da sociedade contemporânea deve contemplar a formação integral do educando. Isso significa que não basta um entendimento dos conteúdos químicos como fins em si mesmos. O aluno precisa conhecer as características e as propriedades dos materiais e das substâncias com os quais convive diariamente, reconhecendo seus riscos e benefícios, bem como a maneira correta de utilizá-los, visando ao seu bem estar e à preservação do meio ambiente no qual está inserido.

Conforme as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006), a Química estrutura-se como um conhecimento que se estabelece mediante relações complexas e dinâmicas que envolvem um tripé bastante específico, em seus três eixos constitutivos fundamentais: as transformações químicas, os materiais e suas propriedades e os modelos explicativos. Nesse sentido, o ensino de Química deve priorizar ao educando a compreensão destes aspectos, os quais são fundamentais para a construção de um conhecimento químico sólido e que tenha aplicação para a vivência dos estudantes.

Um ensino de Química de qualidade deve possibilitar ao educando a capacidade de julgar e de tomar decisões conscientes nas questões que envolvam a Química no seu cotidiano. Nesse sentido, adota-se a posição tomada por Santos e Schnetzler (2003), quanto ao objetivo do ensino de Química para promover o desenvolvimento da cidadania no educando.

Pode-se considerar que o objetivo central do ensino de Química para formar o cidadão é preparar o indivíduo para que ele compreenda e faça uso das informações químicas básicas para a sua participação efetiva na sociedade tecnológica em que vive. Neste sentido, o ensino levaria o aluno a compreender os fenômenos químicos mais diretamente ligados a sua vida cotidiana, a saber manipular as substâncias com as devidas precauções, a interpretar as informações químicas transmitidas pelos meios de comunicação, a compreender e avaliar as aplicações e implicações tecnológicas, a tomar decisões diante dos problemas sociais relativos à Química. (SANTOS; SCHNETZLER, 2003, p. 101).

De acordo com as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN+ (BRASIL, 2002), para mudar a realidade do ensino de Química deve-se trabalhar com um novo enfoque, visando à construção da aprendizagem dos conceitos químicos de forma contextualizada. É necessário que o aluno reconheça e compreenda, de forma integrada e significativa, as transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos em diferentes contextos, encontrados na atmosfera, hidrosfera, e biosfera, e suas relações com os sistemas produtivo, industrial e agrícola.

A Química pode ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade. (BRASIL, 2002, p. 87).

De acordo com o exposto acima se percebe que as práticas descontextualizadas no ensino, a fragmentação dos conteúdos e a falta de diálogo entre as disciplinas estão na raiz da problemática da pouca qualidade da educação, em especial do ensino de Química. Somado a isso, presencia-se uma lacuna na formação inicial e continuada dos professores no tocante a práticas pedagógicas e desenvolvimento de metodologias mais eficientes para o desenvolvimento de um ensino que proporcione um conhecimento científico mais sólido aos estudantes. (MALDANER, 2003).

Tendo em vista essa realidade no ensino de Química, foi desenvolvida por parte da pesquisadora uma proposta de trabalho que teve como objetivo trabalhar com uma metodologia de ensino que tenha por base a contextualização do conteúdo sobre Radiações e

Radioatividade, em especial o uso da radiação na medicina, com uma turma de estudantes do segundo ano do Ensino Médio de uma escola pública. A estratégia didática adotada foi trabalhar com uma Oficina Temática.

Outro motivo que norteou uma abordagem na perspectiva da contextualização foi o fato da temática ter partido do interesse dos próprios estudantes, visto que os mesmos traziam para a sala de aula muitos questionamentos com relação ao tratamento do câncer por meio da Radioterapia e da utilização dos Raios-X para a realização de exames.

Buscou-se, também, ampliar o entendimento dos estudantes acerca da utilização da radiação como algo benéfico, para que não a vejam somente como algo ruim, causadora de doenças e que traz apenas riscos e malefícios à sociedade.

3.2 A IMPORTÂNCIA DA CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Uma das grandes preocupações que permeia o ensino de Ciências, em especial o ensino de Química, refere-se ao fato dos alunos não conseguirem relacionar os conceitos científicos estudados em sala de aula com a sua vida real, ou seja, “estabelecer relações entre as explicações científicas e os fenômenos da vida real”. (MORTIMER; SCOTT, 2014, p. 278). Essa realidade no ensino de Química pode ser traduzida pelo baixo nível de conhecimento químico apresentado pelos estudantes, pela sua falta de interesse e motivação e até pela sua rejeição para com essa disciplina. Esta situação traz à tona a necessidade da melhoria na qualidade do ensino de Química oferecido aos estudantes do Ensino Médio.

Alguns autores que tratam sobre educação (FREIRE, 1996; MARQUES, 2002; REGO, 1995) apontam a contextualização do ensino e a interdisciplinaridade como caminho para a construção de um ensino que proporcione um conhecimento mais efetivo por parte dos estudantes. Esse entendimento também é encontrado em pesquisadores e educadores que versam sobre o ensino de Química (MALDANER, 2003; SANTOS; SCHNETZLER, 2003; CHASSOT, 1990; MACHADO, 1999). As novas perspectivas para o ensino de Química convergem para uma abordagem dos conteúdos através de temáticas sociais e situações reais da vivência dos educandos de forma dinamicamente articulada. Esta nova forma de conceber o ensino de Química visa proporcionar aos alunos o desenvolvimento de atitudes e valores aliados à capacidade de tomada de decisões conscientes nas questões que envolvam o conhecimento químico nos diferentes âmbitos da sociedade atual, bem como objetiva o favorecimento da construção da cidadania pelos mesmos.

A legislação educacional que trata da organização curricular para o Ensino Médio (BRASIL, 2006), destaca que a organização dos conteúdos deve levar em consideração duas perspectivas para o ensino de Química:

(I) a que considera a vivência individual dos alunos [...]; e, (II) a que considera a sociedade em sua interação com o mundo, evidenciando como os saberes científico e tecnológico vêm interferindo na produção, na cultura e no ambiente. (BRASIL, 2006, p.123).

Recentemente, em 2017, teve-se a publicação da Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2017). Neste documento legal fica evidente a importância de trabalhar os conteúdos curriculares de forma contextualizada, de modo que o estudante construa aprendizagens mais significativas e com aplicação no seu cotidiano. Nesse sentido, a BNCC propõe:

- Contextualizar os conteúdos dos componentes curriculares, identificando estratégias para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos, com base na realidade do lugar e do tempo nos quais as aprendizagens estão situadas;
- Decidir sobre formas de organização interdisciplinar dos componentes curriculares e fortalecer a competência pedagógica das equipes escolares para adotar estratégias mais dinâmicas, interativas e colaborativas em relação à gestão do ensino e da aprendizagem. (BRASIL, 2017, p. 16)

A preocupação com o caráter contextualizado do ensino aparece em todas as etapas da educação básica, desde a Educação Infantil até o Ensino Médio. Com relação às finalidades da educação para os estudantes do Ensino Médio na contemporaneidade, a BNCC traz como pontos fundamentais:

- Favorecer a atribuição de sentido às aprendizagens, por sua vinculação aos desafios da realidade e pela explicitação dos contextos de produção e circulação dos conhecimentos; [...]
- Garantir a contextualização dos conhecimentos, articulando as dimensões do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura; [...]
- Revelar os contextos nos quais as diferentes formas de produção e de trabalho ocorrem, sua constante modificação e atualização nas sociedades contemporâneas e, em especial, no Brasil. (BRASIL, 2017, p. 465-466).

Nessa perspectiva, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias – por meio de um olhar articulado da Biologia, da Física e da Química – define competências e habilidades que permitem a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental no que se refere: aos conhecimentos conceituais da

área; à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza.

Especificamente com relação à importância da contextualização dos conteúdos desta área do conhecimento na etapa do Ensino Médio, a BNCC destaca que as práticas dos docentes no sentido de um ensino contextualizado devem ir além do uso de exemplos do cotidiano para explicar os conceitos e teorias próprios das ciências.

A contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimentos humanos e sociais. Na BNCC, portanto, propõe-se também discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. A contextualização dos conhecimentos da área supera a simples exemplificação de conceitos com fatos ou situações cotidianas. Sendo assim, a aprendizagem deve valorizar a aplicação dos conhecimentos na vida individual, nos projetos de vida, no mundo do trabalho, favorecendo o protagonismo dos estudantes no enfrentamento de questões sobre consumo, energia, segurança, ambiente, saúde, entre outras. (BRASIL, 2017, p. 549)

O documento que atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2018) traz em sua redação também explícita a necessidade da contextualização dos currículos escolares.

O currículo deve contemplar tratamento metodológico que evidencie a contextualização, a diversificação e a transdisciplinaridade ou outras formas de interação e articulação entre diferentes campos de saberes específicos, contemplando vivências práticas e vinculando a educação escolar ao mundo do trabalho e à prática social e possibilitando o aproveitamento de estudos e o reconhecimento de saberes adquiridos nas experiências pessoais, sociais e do trabalho. (Resolução CNE/CEB nº 03/2018, Art. 7º § 2).

A contextualização do ensino também está contemplada na Lei nº 13.415/2017, mais conhecida como Lei da Reforma do Ensino Médio (BRASIL, 2017), a qual regulamenta as orientações referentes à implantação do Novo Ensino Médio. Esta lei prevê uma nova organização curricular para esta etapa do ensino, que deverá contemplar a BNCC e a oferta de itinerários formativos, com foco em áreas de conhecimento e na formação técnica e profissional. Estas alterações no currículo possibilitarão o fortalecimento do protagonismo juvenil no que se refere à escolha de seu percurso de aprendizagem e, também, à ampliação das ações voltadas à construção dos projetos de vida dos estudantes.

Art. 36. O currículo do ensino médio será composto pela Base Nacional Comum Curricular e por itinerários formativos, que deverão ser organizados por meio da

oferta de diferentes arranjos curriculares, conforme a relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino, a saber:

I - linguagens e suas tecnologias;

II – matemática e suas tecnologias;

III – ciências da natureza e suas tecnologias;

IV – ciências humanas e sociais aplicadas;

V - formação técnica e profissional. (BRASIL, 2017, p. 01).

São considerados itinerários formativos, segundo a legislação (BRASIL, 2017), cada conjunto de unidades curriculares ofertadas pelas instituições e redes de ensino que proporcionam que o estudante aprofunde seus conhecimentos e se prepare para o prosseguimento de estudos ou o mundo do trabalho de forma a contribuir para a construção de soluções de problemas específicos da sociedade. Esses itinerários deverão ser organizados por meio da oferta de diferentes arranjos curriculares, considerando os interesses e necessidades dos estudantes, a relevância para o contexto local e as possibilidades dos sistemas de ensino, sendo possível, ainda, a composição de itinerário integrado. Um currículo com enfoque contextualizado seria possibilitado por meio da realização dos itinerários formativos por parte dos estudantes.

A Oficina Temática “O uso da radiação na medicina: Raios-X e Radioterapia”, a qual foi desenvolvida e aplicada no decorrer da presente pesquisa, pode apresentar-se como uma opção de atividade para fazer parte dos itinerários formativos, em especial para os estudantes que desejam seguir uma profissão na área da saúde, como medicina, enfermagem ou mesmo um curso técnico em Radiologia, visto que contempla aspectos relacionados com a realização de exames de Raios-X para o diagnóstico de doenças e de Radioterapia para o tratamento do câncer. Além disso, também pode contribuir com conhecimentos para os alunos que se interessam pela área da Química, com um enfoque voltado para as aplicações tecnológicas das Radiações e da Radioatividade, estudos sobre energia nuclear, entre outros que estejam relacionados com a referida temática.

De acordo com Silva (2003), o tratamento contextualizado do conhecimento, que contempla e extrapola o âmbito conceitual, permite que, ao longo da transposição didática, o conteúdo do ensino provoque aprendizagens significativas que mobilizem o aluno e estabeleçam entre ele e o objeto do conhecimento uma relação de reciprocidade. A autora coloca um entendimento bastante relevante sobre a contextualização do ensino.

Contextualização é entendida aqui como um dos recursos para realizar aproximações/inter-relações entre conhecimentos escolares e fatos/ situações presentes no dia-a-dia dos alunos. Contextualizar seria problematizar, investigar e interpretar situações/fatos significativos para os alunos de forma que os

conhecimentos químicos auxiliassem na compreensão e resolução dos problemas. (SILVA, 2003, p. 26).

Algumas contribuições bastante significativas no tocante à problemática da contextualização e cotidiano no ensino de Ciências são apresentadas por Silva e Marcondes (2014). Cabe trazer para o presente trabalho algumas ideias que esses autores discutem, baseados também em outros educadores e pesquisadores da área da educação, em especial a educação em Ciências. No decorrer do texto, os referidos autores mostram como a contextualização dos conteúdos vem sendo apresentada como uma possibilidade relevante no processo de ensino e aprendizagem seja como uma ferramenta metodológica ou como princípio norteador desse processo.

Com relação ao papel da contextualização e da importância da mesma no ensino de Ciências, Silva e Marcondes (2014) apresentam a seguinte colocação:

A contextualização é defendida por diversos educadores, pesquisadores e grupos ligados à educação como um meio de possibilitar ao aluno uma educação para a cidadania concomitantemente à aprendizagem significativa de conteúdos. A contextualização se apresenta como um modo de ensinar conceitos das ciências ligados à vivência dos alunos seja ela pensada como recurso pedagógico ou como princípio norteador do processo de ensino. Então, trata-se de pensar numa abordagem que busque estreitar a relação entre conceitos e contextos, com vistas a ensinar para a formação do cidadão. (SILVA; MARCONDES, 2014, p. 16).

Desse modo, pode-se dizer que contextualizar os conteúdos próprios das ciências significa partir de temáticas que estejam relacionadas com o cotidiano dos estudantes, que brotem do interesse dos mesmos e, que, através da problematização em sala de aula, mediada pelo professor, possibilitem a eles construir e reconstruir o conhecimento. Essa dinâmica vai permitir aos educandos a construção de um conhecimento sólido e uma leitura mais crítica do mundo e possibilitar-lhes a tomada de decisões fundamentadas no conhecimento científico, contribuindo para formar um aluno crítico, protagonista e transformador da sua realidade social.

Para o estudioso do Ensino de Química Mansur Lutfi (1992, apud SILVA; MARCONDES, 2014), o ensino baseado em temáticas do cotidiano do aluno vai além de uma simples ligação de conceitos químicos com os problemas sociais. De acordo com o autor, o conteúdo estudado em Química deve tornar-se um instrumento necessário para o estudante entender e transformar o meio social no qual está inserido. Ele propõe entender como o conhecimento escolar (conceitual) que estudamos aparece em nossa vida diária (contexto).

O objetivo maior das abordagens do cotidiano em sala de aula, ainda segundo Lutfi, é pensar a formação do aluno com vistas à compreensão de sua realidade social. Nesse sentido, o autor destaca:

[...] Trata-se de pensar os aspectos sociais do cotidiano como fonte de problematização a ser analisada com base no conhecimento científico. Dessa forma, o conceito químico é apresentado em função do contexto, sendo que essas duas esferas não são mais ou menos importantes uma em relação à outra. (LUTFI, 1992, apud SILVA; MARCONDES, 2014, p. 19).

Ainda com relação ao trabalho de Silva e Marcondes (2014) torna-se importante destacar os resultados obtidos em uma pesquisa realizada por Santos e Mortimer (1999a, apud SILVA; MARCONDES, 2014) que, ao investigarem as concepções de um grupo de professores com relação à contextualização no ensino de Química identificaram três diferentes entendimentos: (I) contextualização como estratégia de ensino-aprendizagem para facilitar a aprendizagem; (II) contextualização como descrição científica de fatos e processos do cotidiano do aluno; e, (III) contextualização como desenvolvimento de atitudes e valores para a formação de um cidadão crítico.

A primeira das três concepções manifestadas pelos professores revela uma visão um tanto equivocada e distorcida com relação ao que vem a ser a contextualização no ensino, seja ela vista como um recurso metodológico ou como princípio norteador do processo de ensino e aprendizagem. Conforme colocam Silva e Marcondes (2014), esse viés sobre a contextualização caracteriza-se pela exploração de sensacionalismos e curiosidades para realizar aproximações entre os conceitos científicos e o cotidiano do aluno. O professor recorre a exemplificações de fatos ligados à vivência do estudante para ilustrar conteúdos que estão sendo trabalhados ou responde a curiosidades trazidas pelos alunos, num tratamento apenas superficial desses fatos.

[...] O ensino que promove o estudo do cotidiano dessa forma virou uma espécie de modismo, que traz embutido o propósito de ensinar pura e simplesmente os conceitos científicos. [...] Há um reducionismo nessa perspectiva de relacionar contexto e conceito. Assim, adotar o estudo de fenômenos e fatos do cotidiano pode recair numa análise superficial de situações vivenciadas por alunos e professores, que por diversos fatores, não são problematizadas e, conseqüentemente, não analisadas numa dimensão mais sistêmica, como parte do mundo físico e social. (CHASSOT, 2001, apud SILVA; MARCONDES, 2014, p. 18).

A contextualização como descrição científica de fatos e processos do cotidiano do aluno foi a concepção apontada por grande parte dos professores pesquisados por Santos e

Mortimer (1999a, apud SILVA; MARCONDES, 2014). Conforme os autores da pesquisa, essa ideia, embora se aproxime mais do real significado dessa abordagem do ensino do que a primeira, ainda pode ser entendida como um reducionismo do princípio curricular da contextualização.

O desenvolvimento de atitudes e valores para a formação de um cidadão crítico aparece como principal objetivo do Ensino Médio em geral e do ensino de Química em particular e a contextualização é reconhecida como um princípio curricular fundamental para esse fim. Esse entendimento é o resultado da pesquisa feita em uma espécie de desdobramento do primeiro trabalho que Santos e Mortimer (1999b, apud SILVA; MARCONDES, 2014) realizaram sobre a contextualização no ensino de Química. Desta vez, entrevistando um segundo grupo de professores. Essa visão seria, conforme os referidos autores, a que melhor define conceitualmente e epistemologicamente a noção de contextualização do ensino.

Cabe aqui destacar uma consideração relevante no trabalho de Silva e Marcondes (2014) no tocante às práticas pedagógicas dos professores. Os autores ressaltam que existem diversas lacunas entre as ideias e práticas de contextualização dos docentes e as perspectivas de contextualização no âmbito teórico. A grande parte dos educadores apresentam dificuldades de compreender e de implementar práticas de contextualização em suas salas de aula. Sentem-se despreparados, tanto em sua formação inicial quanto na formação continuada. Soma-se a isso a falta de materiais didáticos com essas características e os que existem, poucos professores têm acesso.

Uma das alternativas propostas seria a construção de material didático, com profundo aporte teórico e reflexão sobre os objetivos que se pretende alcançar com vistas ao desenvolvimento de um ensino contextualizado. Esses materiais devem ser produzidos pelos próprios docentes que os vão aplicar em sala de aula, com a parceria de pesquisadores da área acadêmica. Os professores precisam pensar e produzir seus materiais didáticos, somente dessa forma conseguirão implementar práticas de contextualização em seu fazer pedagógico diário, obtendo resultados satisfatórios e possibilitando a construção de aprendizagens significativas por parte dos estudantes. Essa ideia é defendida por Auler (2003, apud SILVA; MARCONDES, 2014):

[...] É de fundamental importância o desenvolvimento de materiais didáticos com abordagem temática de maneira a serem feitas intervenções, mesmo que pontuais, no contexto escolar, contribuindo para a evolução na prática do professor. (AULER, 2003 apud SILVA; MARCONDES, 2014, p. 30).

Um ensino de Química baseado no princípio da contextualização, visando a mediação dos saberes por meio de uma educação problematizadora, pode ser desenvolvido através da abordagem de temas sociais relacionados a situações reais da vivência dos estudantes. Conforme propõe Freire (1996), os temas sociais e as situações reais propiciam a práxis educativa, que, enriquecida pela nova linguagem e pelos novos significados, transforma o mundo, em vez de reproduzi-lo.

Não é possível respeito aos educandos, à sua dignidade, a seu ser formando-se, à sua identidade fazendo-se, se não se levam em consideração as condições em que eles vêm existindo, se não se reconhece a importância dos conhecimentos de experiência feitos com que chegam à escola. (FREIRE, 1996, p. 64).

A abordagem dos conteúdos químicos por meio de uma contextualização social, de acordo com Santos e Schnetzler (2003), implica a inclusão de temas sociais no programa de ensino de Química, relacionados a problemas vinculados à ciência e à tecnologia. De acordo com os autores, essa maneira de se trabalhar os conteúdos proporciona aos estudantes a compreensão do caráter social do ensino e propicia condições para o desenvolvimento de atitudes relacionadas à construção da cidadania pelos mesmos.

O currículo de Química no Ensino Médio deve ser planejado de forma a garantir o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão por parte do educando. Desenvolver essa capacidade significa preparar o indivíduo a participar ativamente na sociedade democrática, na busca de soluções para problemas que envolvam aspectos sociais, tecnológicos, econômicos e ambientais. (SANTOS; SCHNETZLER, 2003, p. 75).

Para Maldaner (2003), a melhoria na qualidade do ensino de Química oferecido nas escolas depende, além dos aspectos já considerados, de uma mudança no modelo pedagógico adotado. Para o autor, se faz necessário superar a posição tradicional das propostas de ensino organizadas de acordo com o modelo de “transmissão-recepção” de conteúdos químicos descontextualizados. Essa superação implicaria na adoção de novas práticas pedagógicas baseadas na perspectiva histórico-cultural de ensino-aprendizagem.

Dentro de uma concepção histórico-cultural de ensino e aprendizagem, de aluno e professor, de matéria e currículo, é possível melhorar o nível de conhecimento químico aprendido na escola. Para isso temos de superar a posição tradicional das propostas de ensino de Química que colocam todo o esforço do trabalho escolar em torno dos conteúdos descontextualizados, [...]. Temos de superar, também, as posições que centram todo o esforço pedagógico no aluno em contexto escolar, mesmo em postura construtivista, esquecendo que o sentido mais profundo da aprendizagem escolar é o de inserir o aprendiz, de forma intencional e sistemática, no contexto sociocultural em que vive. (MALDANER, 2003, p. 165).

Considerando o exposto até o momento, percebe-se que para proporcionar aos estudantes um ensino de Química de melhor qualidade novas propostas precisam ser contempladas no processo de ensino-aprendizagem. Na próxima seção serão destacadas algumas dessas propostas, baseadas na perspectiva da contextualização, apresentadas por vários autores que versam sobre o ensino de Química.

3.3 PROPOSTAS PARA UM ENSINO DE QUÍMICA CONTEXTUALIZADO

As novas perspectivas para um ensino de Química de qualidade baseiam-se numa abordagem contextualizada, por meio do trabalho interdisciplinar com temáticas sociocientíficas que se relacionam com a vivência dos educandos e que contemplam a complexa relação existente entre ciência, tecnologia e sociedade. Proporcionando, dessa forma, a construção de um conhecimento químico sólido por parte dos estudantes, bem como favorecendo a sua formação integral e o desenvolvimento de sua cidadania.

Ao construir o programa de ensino de Química é importante que a escola e o grupo de professores levem em consideração os aspectos mencionados acima. No entanto, a organização de uma proposta de ensino deve considerar, em primeiro lugar, as condições e os interesses dos sujeitos no contexto da comunidade escolar. Qualquer prática pedagógica que se propõe a melhorar a qualidade da educação deve partir da realidade sociocultural dos educandos aos quais se destina.

O documento que trata das Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006), propõe que as propostas pedagógicas das escolas sejam organizadas de forma contextualizada e interdisciplinar com a participação das áreas de estudo. Como base para esse trabalho será adotada a abordagem de aspectos sociocientíficos, associando temáticas sociais de forma articulada a conteúdos/conceitos disciplinares e levando em consideração a vivência social dos estudantes. De acordo com este documento, alguns temas que podem ser trabalhados nos programas de ensino de Química, respeitando os princípios da contextualização, da interdisciplinaridade e da flexibilidade, são: “poluição, recursos energéticos, saúde, cosméticos, plásticos, metais, lixo, química agrícola, energia nuclear, petróleo, alimentos, medicamentos, agrotóxicos, águas, atmosfera, solos, vidros, cerâmicas, nanotecnologia, entre tantos outros [...]”. (BRASIL, 2006, p. 122).

A preocupação com a contextualização está presente também nos PCN+ (BRASIL, 2002), os quais apresentam os seguintes temas gerais para a organização das propostas de

ensino de Química: Química e biosfera, Química e atmosfera, Química e hidrosfera e Química e litosfera. Através do trabalho com estas temáticas esse documento tem por objetivo possibilitar a construção, por parte do aluno, de uma consciência de preservação e de pertencimento ao meio ambiente, bem como de respeito a toda diversidade de vida existente em nosso planeta. Seria este um dos sete saberes necessários à educação do futuro, ao qual Morin (2001) chama de “ensinar a identidade terrena”.

O planeta exige um pensamento policêntrico capaz de apontar o universalismo, não abstrato, mas consciente da unidade/diversidade da condição humana; um pensamento policêntrico nutrido das culturas do mundo. Educar para este pensamento é a finalidade da educação do futuro, que deve trabalhar na era planetária, para a identidade e a consciência terrenas. (MORIN, 2001, p. 65).

Santos e Schnetzler (2003) apontam como uma nova perspectiva para a melhoria da qualidade do ensino de Química, com enfoque CTS - Ciência-Tecnologia-Sociedade, o qual apresenta uma abordagem dos conteúdos por meio de temas sociocientíficos voltados para o desenvolvimento da cidadania do educando, preparando-o para exercer o seu papel em uma sociedade democrática e fortemente marcada pelas implicações da Ciência e da Tecnologia.

[...] Um autêntico ensino CTS seria aquele que apresenta uma visão crítica sobre as implicações sociais da Ciência, no sentido das relações de poder e das implicações mais amplas da tecnologia em termos de suas consequências socioambientais em uma perspectiva de justiça social. [...]. (SANTOS; SCHNETZLER, 2003, p. 73-74).

A contextualização no ensino de Química pode acontecer, de acordo com a proposta de Santos e Schnetzler (2003), através da inclusão nas práticas de ensino de temas sociocientíficos como: Química ambiental, Química dos metais, recursos energéticos, alimentos e aditivos químicos, energia nuclear, saúde, medicamentos e drogas, entre outros. Abordando os conteúdos químicos sob esta perspectiva e possibilitando ao aluno o conhecimento da natureza e da ação dos produtos químicos empregados no cotidiano, contribui-se para a formação do cidadão, capaz de tomar decisões e de reconhecer sua responsabilidade frente a questões que impliquem o uso da Química no ambiente e na sociedade.

Com relação à nomenclatura CTS, se faz interessante ressaltar que, após a década de 1990, muitos autores, de acordo com Pérez (2012), passaram a acrescentar nas pesquisas o aspecto Ambiental (A) às relações CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), uma nomeação mais ampla e contemporânea diante dos problemas ambientais de modo global e local. No entanto, visto que o presente trabalho não traz como ênfase a questão ambiental, optou-se por

manter neste texto a denominação original de CTS, proposta inicialmente por autores como Santos e Schnetzler (2003).

Uma das muitas propostas de desenvolvimento curricular que se mostrou viável na melhoria do processo de ensino e aprendizagem em Química refere-se ao trabalho com Situações de Estudo, apresentado por Maldaner (2003), o qual desenvolveu esta proposta com o Gipec- Unijuí (Grupo Interdepartamental de Pesquisa sobre Educação em Ciências, da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Unijuí). O trabalho com Situações de Estudo desenvolve o conteúdo químico através de situações de alta vivência dos educandos, as quais permitem romper com as práticas tradicionais de conceber o conhecimento químico.

Pode-se considerar como situações de alta vivência dos alunos aquelas sobre as quais eles sabem falar e defender os seus pontos de vista, onde o aluno poderá manifestar, de forma livre, embora estimulada, os seus conceitos do cotidiano e estes são suficientemente desenvolvidos para que os conceitos científicos, introduzidos pelas falas do professor e pelos objetos teóricos da Química, possam constituir-se no contexto. (MALDANER, 2003, p. 166).

No âmbito das práticas curriculares inovadoras no ensino de Química destaca-se a contribuição de Chassot (1990), o qual coloca que os educadores devem ensinar os conteúdos químicos partindo da realidade dos alunos, escolhendo (ou deixando os próprios alunos escolherem) temas que são do interesse dos mesmos. O autor relata alguns temas que podem ser trabalhados na disciplina de Química no Ensino Médio e que diferem da lógica dos programas de ensino tradicionais, encontrados, na época, na maioria das escolas brasileiras. Estes temas abrangem a atmosfera, a água, a energia, os metais, os compostos carbônicos, os materiais de construção, a Química bromatológica (alimentos e conservantes), e, também, tópicos de Química aplicada (fertilizantes, explosivos, corantes, fotografias, Química forense, vidros, cristais líquidos, fósforos, transistores). “[...] em todos estes assuntos há muita Química, e, talvez, de uma maneira mais atraente do que aquela que usualmente é ensinada na maioria das escolas”. (CHASSOT, 1990, p. 35).

Cabe ressaltar, neste contexto de perspectivas para a consolidação de um ensino de Química contextualizado, a metodologia de trabalho com Oficinas Temáticas, defendida por autores como Delizoicov e Angotti (1992) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018), proposta esta ancorada nos Três Momentos Pedagógicos, e também por Marcondes *et. al.* (2007) e Marcondes (2008), entre outros pensadores da educação em Ciências.

No presente trabalho, desenvolvido pela pesquisadora com os estudantes do segundo ano do Ensino Médio de uma escola pública, adotou-se a metodologia de trabalho por meio da realização de uma Oficina Temática, organizada com base nos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1992) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018) com o objetivo de trabalhar de forma contextualizada o conteúdo de Radiações e Radioatividade.

A metodologia de ensino por meio de Oficinas Temáticas e a sua contribuição para a contextualização do conhecimento químico serão discutidas com maior aprofundamento e o devido aporte teórico no capítulo cinco (sessão 5.2) do presente trabalho.

3.4 A CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO ATRAVÉS DE ABORDAGENS TEMÁTICAS E A INTERDISCIPLINARIDADE

A contextualização e a interdisciplinaridade vêm sendo apontadas por vários autores da área da educação (CHASSOT, 1990; FREIRE, 1996; MACHADO, 1999; MALDANER, 2003; SILVA; MARCONDES, 2014; SANTOS; SCHNETZLER, 2003) como formas de potencializar a construção de um conhecimento científico mais sólido e um ensino de melhor qualidade. Um ensino contextualizado pode ser desenvolvido através do trabalho com temáticas relacionadas à vivência dos estudantes, que brotem do interesse dos mesmos e que estejam relacionadas com as questões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais que atualmente necessitam ser pensadas. Essas temáticas ao serem extraídas da vida real apresentam por natureza características interdisciplinares, ou seja, complexas, que necessitam ser olhadas por diferentes ângulos e, conseqüentemente, por diferentes campos do saber.

O trabalho desenvolvido pela pesquisadora que ora está sendo apresentado configurou-se numa proposta de atividade aberta. A temática discutida – O uso da radiação na medicina – permite por sua natureza uma abordagem de caráter interdisciplinar. Tendo em vista que, para dar conta da problemática envolvida, foram evocados conceitos que nasceram no seio de outras disciplinas, com a Física, a Biologia, a História, a Geografia, além dos conceitos próprios da Química.

Cabe ressaltar, no entanto, que no decorrer da aplicação da Oficina Temática não houve o envolvimento de professores de outras áreas durante a realização das aulas. O único momento no qual professores de outras disciplinas participaram foi durante a realização das atividades que caracterizam o terceiro momento pedagógico. Nesta oportunidade os estudantes sujeitos da pesquisa ministraram minicursos sobre a temática

Radiações/Radioatividade para alunos de outras turmas da escola no contraturno das aulas e esses estudantes, por sua vez, estavam acompanhados de seus professores com os quais estavam tendo aulas naquele momento.

A abordagem interdisciplinar que será aqui discutida, em termos breves e gerais, ficará resguardada pelos pressupostos teóricos da autora portuguesa Olga Pombo (2006, 2008), a qual não estabelece nenhum limite fixo entre as práticas de pluridisciplinaridade ou multidisciplinaridade (as quais segundo a autora, têm o mesmo sentido), interdisciplinaridade e transdisciplinaridade. Dando, dessa forma, uma liberdade de atuação para o professor na sala de aula abordar temáticas e evocar conceitos de outras áreas que sejam pertinentes à compreensão daquela temática que ele está tratando, devido à natureza complexa da mesma.

Constitui-se numa tarefa árdua e quase impossível conceituar a palavra interdisciplinaridade. Isto porque não há uma teorização consistente e tão pouco consensual, nem mesmo entre os estudiosos do tema. Embora, seja indispensável reconhecer a existência e notória importância da mesma, dado o crescente número de práticas que se reclamam interdisciplinares ao redor de todo o mundo, tanto no meio acadêmico, quanto pela comunidade científica em suas mais variadas instituições. O que justifica a necessidade de se pensar e se discutir sobre a interdisciplinaridade. Nesse contexto em que se encontra o termo interdisciplinaridade, Olga Pombo (2008), coloca:

[...] A palavra é ampla demais, quase vazia. Ela cobre um conjunto muito heterogêneo de experiências, realidades, hipóteses, projetos. E, no entanto, a situação não deixa de ser curiosa: temos uma palavra que ninguém sabe definir, sobre a qual não há a menor estabilidade e, ao mesmo tempo, uma invasão de procedimentos, de práticas, de modos de fazer que atravessam vários contextos, que estão por todo o lado e que teimam em reclamar-se da palavra interdisciplinaridade. (POMBO, 2008, p. 11).

Antes de caracterizarmos mais a fundo a interdisciplinaridade, faz-se necessário compreendermos o significado e a relação existentes entre os vários termos etimologicamente semelhantes, podendo até ser ditos todos da mesma família, tendo todos como origem a palavra disciplina, os quais seriam: pluridisciplinar ou multidisciplinar, interdisciplinar e transdisciplinar.

Na multidisciplinaridade ou pluridisciplinaridade, as quais de acordo com Olga Pombo (2008) não faz sentido serem distinguidas do ponto de vista etimológico, as disciplinas são colocadas lado a lado, sem real integração entre elas. Cada disciplina realiza a sua leitura e passa a outra, sem que haja maior interlocução e apropriação de aspectos metodológicos que podem se tornar comuns. “[...] Algo que é dado na sua forma mínima, naquilo que seria a

pluri (ou multi) disciplinaridade, que supõe o pôr em conjunto, o estabelecer algum tipo de coordenação, numa perspectiva de mero paralelismo de pontos de vista”. (POMBO, 2008, p. 13).

A interdisciplinaridade estaria entre a pluri (ou multi) disciplinaridade e a transdisciplinaridade. Ela não rompe com as disciplinas. Ela as coloca em contato, configurando novas maneiras de pensar os desafios complexos. De distintas maneiras e com variadas intensidades, a interdisciplinaridade aproxima diferentes disciplinas. Caracteriza-se por uma combinação, exigiria uma convergência de pontos de vista. Seria mais bem definida como uma prática que faz valer os valores da convergência, da complementaridade, do cruzamento entre as diferentes disciplinas e campos do saber.

[...] Algo que, quando se ultrapassa essa dimensão do paralelismo, do pôr em conjunto de forma coordenada, e se avança no sentido de uma combinação, de uma convergência, de uma complementaridade, nos coloca no terreno intermediário da interdisciplinaridade. [...] (POMBO, 2008, p. 13).

Já a transdisciplinaridade pode ser caracterizada como algo que tem a pretensão de ir além das disciplinas. Ela remeteria para qualquer coisa da ordem da fusão unificadora. O prefixo “trans” aponta para a aspiração à homogeneização, no campo da unificação dos saberes em torno da perspectiva de resolver um problema bastante complexo da humanidade. Conforme define Olga Pombo (2008),

[...] Finalmente, algo que, quando se aproximasse de um ponto de fusão, de unificação, quando fizesse desaparecer a convergência, nos permitiria passar a uma perspectiva holista e, nessa altura, nos permitiria falar enfim de transdisciplinaridade. [...]. (POMBO, 2008, p. 13-14).

Em seu texto a autora coloca que não há uma separação entre os termos pluri (ou multi) disciplinar, interdisciplinar e transdisciplinar. Não se estabelece nenhum limite fixo entre eles. Ao contrário ela ressalta que há um *continuum* entre estas três perspectivas de trabalho no campo da integração entre as diferentes áreas do conhecimento.

A ideia é a de que as tais três palavras, todas da mesma família, devem ser pensadas num *continuum* que vai da coordenação à combinação e desta à fusão. Se juntarmos a esta continuidade de forma num *crescendum* de intensidade, teremos qualquer coisa deste gênero: do paralelismo *pluridisciplinar* ao perspectivismo e convergência *interdisciplinar* e, desta, ao holismo e unificação *transdisciplinar*. (POMBO, 2008, p. 14).

Feita a devida conceituação de cada termo, pode-se agora proceder a uma análise mais detalhada da interdisciplinaridade.

No Brasil, as primeiras reflexões interdisciplinares começaram a disseminar-se a partir da década de 1970, fundadas no pensamento do epistemólogo francês George Gusdorf. Ele foi professor e orientador do filósofo Hilton Japiassu, o qual introduziu tais reflexões em nosso país, conforme Pereira e Nascimento (2016).

Japiassu aponta a interdisciplinaridade como uma alternativa para a fragmentação do conhecimento e afirma ser cada vez mais necessário o encontro entre as disciplinas, uma interação entre os saberes. O filósofo vê a interdisciplinaridade como um processo com sujeitos em troca intersubjetiva prolongada. “[...] interdisciplinaridade não é uma simples categoria de conhecimento, mas uma categoria de ação, que se apoia no desenvolvimento das próprias disciplinas [...]”. (JAPIASSU, 2006, p. 27 apud PEREIRA; NASCIMENTO, 2016, p. 213).

Outra pesquisadora que introduziu as discussões interdisciplinares no Brasil foi a filósofa da educação e antropóloga Ivani Catarina Fazenda. Ela deu uma maior ênfase à dimensão pedagógica, enquanto Japiassu ressaltou a dimensão epistemológica da interdisciplinaridade. De acordo com Pereira e Nascimento (2016), o destaque dos trabalhos de Fazenda é a interação entre subjetividades, com ênfase maior para as atitudes do que para os métodos.

A primeira das evidências, constatadas após múltiplas observações, descrições e análises de projetos Interdisciplinares em ação, é de que a premissa que mais fundamentalmente predomina é a do respeito do modo de ser de cada um, ao caminho que cada um empreende em busca de sua própria autonomia. Portanto, concluímos que a interdisciplinaridade decorre mais do encontro entre indivíduos do que entre disciplinas [...] (FAZENDA, 2003, p. 71 apud PEREIRA; NASCIMENTO, 2016, p. 213).

Novamente apropriando-se das teorias de Olga Pombo (2006, 2008), se faz relevante trazer para a discussão um dos principais motivos pelos quais a palavra interdisciplinaridade, e, mais ainda, as práticas que a ela se relacionam, se fazem tão importantes na nossa sociedade de hoje.

Trata-se da problemática relacionada com um fenômeno característico da nossa ciência contemporânea: a crise do modelo analítico, de institucionalização e especialização da Ciência. Modelo, este, baseado no paradigma da racionalidade técnica, proposto no século XVII pelo filósofo francês René Descartes, considerado o pai do racionalismo moderno. E, decorrente também, de uma visão positivista de se fazer ciência. O modelo analítico deve-se

reconhecer, deu inegáveis frutos, mas mostra-se hoje insuficiente para dar conta de muitos problemas que a humanidade apresenta (muitos deles causados exatamente pelo desenvolvimento desse modelo cartesiano e analítico de Ciência).

Ora, esta situação de crise, que tem vindo a ser ressentida [...] limites do modelo analítico, institucionalização e especialização de ciência, denúncia das suas consequências nefastas quer pelos homens da cultura [...] quer pelos homens da ciência, começa a ser completamente invertida a partir dos anos 70. A verdade é que, na ciência, se passa então a verificar uma curiosa *décalage*. Em termos institucionais, a fragmentação tende a aumentar, mas, em termos conceituais e em termos de pesquisa, há inúmeras atividades e inúmeras práticas que vão no sentido da interdisciplinaridade [...] (POMBO, 2008, p. 20-21).

Pelo exposto acima se pode ver que está ocorrendo um processo gradativo de evolução da prática da ciência disciplinar para a interdisciplinaridade, que vai à direção de um complemento da evolução do pensamento científico disciplinar e não na sua simples substituição.

Em seu trabalho Olga Pombo (2006) apresenta algumas perspectivas que vão ao encontro desse pensamento interdisciplinar que vem se afirmando no âmbito do conhecimento científico. Uma dessas perspectivas seria o surgimento de novos tipos de configurações disciplinares, que a autora organiza em três grandes grupos, a saber: as ciências de fronteira, as interdisciplinas e as interciências.

As ciências de fronteira são caracterizadas, segundo a autora, como novas disciplinas híbridas que se constituem na fronteira de duas disciplinas tradicionais. Como exemplo se pode citar a Biomatemática, a Psicolinguística, a Sociobiologia e a Engenharia Genética.

As interdisciplinas são definidas como novas disciplinas que surgem do cruzamento, também ele inédito, das disciplinas científicas com o campo industrial e organizacional. Tendo como exemplos: as Relações Internacionais e Organizacionais, a Psicologia Industrial e a “*Operational Research*, disciplina que surge na Inglaterra na sequência da iniciativa de chamar um conjunto de cientistas para ensinar aos militares como usar o radar”. (POMBO, 2006, p. 211).

No caso das interciências, trata-se da constituição de uma polidisciplina que tem um núcleo duro e, à sua volta, uma auréola de outras disciplinas. Os exemplos mais pertinentes são a Ecologia, as Ciências Cognitivas, a Cibernética e as Ciências da Complexidade.

Trazendo essas reflexões para o campo educacional depreende-se que a formação interdisciplinar se proclama urgente e necessária frente aos tradicionais modelos de currículo extremamente disciplinares e compartimentalizados em vigor nas escolas de educação básica

e nas universidades. Gilbert Durand (1991, apud POMBO, 2008) chama a atenção para o fato de que os grandes criadores científicos não eram especialistas. Ao contrário, tinham uma formação pluridisciplinar. Foram personagens que se beneficiaram de uma formação universalista que as nossas escolas e universidades deixaram ultimamente de proporcionar. Segundo ele:

A possibilidade de inovação resulta de uma formação universalista, pluridisciplinar, aberta a todas as transversalidades [...] O trabalho da universidade e da escola deve repor na ordem do dia essa formação. Mesmo que a ciência tenha seguido um modelo de especialização, a escola e a universidade, nomeadamente através dos seus regimes curriculares e metodologias de trabalho, devem defender perspectivas transversais e interdisciplinares. E isto por quê? Porque é da presença na consciência do investigador de várias linguagens e de várias disciplinas que pode resultar o próprio progresso científico [...] (DURAND, 1991, p. 40-41 apud POMBO, 2008, p. 22).

Diante do que foi discutido se faz interessante pensar que a interdisciplinaridade desponta como um caminho possível para superar antigos e novos problemas que estão aí colocados sobre a mesa, tanto no campo científico quanto no meio educacional. Problemas, estes, que nos fazem sair em busca de soluções, talvez não simples, mas sim, complexas e que exijam uma reintegração dos diferentes campos do saber.

4 TEORIA DE APRENDIZAGEM HISTÓRICO-CULTURAL DE VYGOTSKY

O pensamento de Vygotsky tem sido utilizado no Brasil de forma mais consistente por parte da pesquisa em educação, psicologia e, em especial, em educação em Ciências, como apontamos trabalhos de Gehlen (2009) e Gehlen e Delizoicov (2013). Essa tendência vem sendo constatada, conforme os referidos autores, a partir de meados da década de 1990.

A teoria de aprendizagem histórico-cultural¹ desenvolvida por Vygotsky pode ser considerada como pertencente à vertente da Psicologia cognitivista/construtivista. A ideia central dessa teoria fundamenta-se na asserção de que as funções psicológicas superiores do indivíduo são de origem sociocultural e emergem de processos psicológicos elementares, de origem biológica (estruturas orgânicas), ou seja, a complexidade da estrutura humana deriva do processo de desenvolvimento profundamente enraizado nas relações entre história individual e social.

Segundo Rego (1995), a teoria histórico-cultural apresenta como objetivo central “caracterizar os aspectos tipicamente humanos do comportamento e elaborar hipóteses de como essas características se formaram ao longo da história humana e de como se desenvolvem durante a vida de um indivíduo”. (VYGOTSKY, 1984, p. 21 apud REGO, 1995, p. 38).

Assim, o objetivo deste capítulo é apresentar em linhas gerais, os principais pressupostos da teoria vygotkyana, a qual forneceu o embasamento teórico para este trabalho. Serão enfatizadas principalmente as contribuições desta perspectiva para o entendimento da relação ensino e aprendizagem, em especial no tocante ao ensino de Ciências.

4.1 PRINCIPAIS PRESSUPOSTOS DA TEORIA VYGOTSKYANA

A abordagem histórico-cultural, proposta por Vygotsky, constitui-se de uma riqueza conceitual bastante densa. Alguns conceitos importantes que devem ser pontuados, ainda que em linhas mais gerais, para compreendermos melhor essa teoria, referem-se à: mediação, uso

¹A terminologia utilizada para designar esta abordagem é variada. Neste trabalho, seguindo Rego (1995) será adotada a terminologia “histórico-cultural”. Outras terminologias utilizadas para designar a Teoria de Vygotsky são: “sócio-interacionista” (REGO, 1995); “sociocultural” (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011); “sócio-histórico-cultural”; “teoria da mediação” (MOREIRA, 1999); “histórico-social”; “sócio-histórica”.

de instrumentos e signos, relação entre pensamento e linguagem, internalização, interação social e zona de desenvolvimento proximal – ZDP².

A mediação caracteriza a relação do homem com o mundo e com os outros homens, como coloca Rego (1995). De acordo com a autora, é através deste processo que as funções psicológicas superiores, especificamente humanas, são desenvolvidas.

Na teoria de Vygotsky, conforme apresenta Moreira (1999), os processos mentais superiores têm origem em processos sociais. Contudo, as relações sociais não se convertem em funções psicológicas de maneira direta. Elas ocorrem através da mediação, ou atividade mediada indireta, a qual é típica da cognição humana. “[...] É pela mediação que se dá a internalização (reconstrução interna de uma operação externa) de atividades e comportamentos sócio-históricos e culturais e isso é típico do domínio humano”. (GARTON, 1992, p. 82 apud MOREIRA, 1999, p.110).

Os dois elementos básicos responsáveis pela mediação são os instrumentos e os signos. A invenção desses elementos mediadores significou o salto evolutivo da espécie humana. Os instrumentos têm a função de regular as ações do sujeito sobre os objetos. Eles sempre serão de natureza concreta, orientados de forma externa e atuarão como recursos que permitem ao indivíduo modificar o seu ambiente, ou seja, realizar trabalho. O uso de instrumentos distingue de maneira essencial o homem de outros animais, dominando a natureza, ao invés de simplesmente usá-la, como estes o fazem. (MOREIRA, 1999). Como exemplos de instrumentos podem ser citados: um serrote que serve para cortar uma árvore, sendo mais eficiente do que o uso das mãos, uma flecha para caçar um animal distante ou uma faca para partir o pão.

Já os signos teriam a função de regular o psiquismo das pessoas, orientados internamente e seriam como uma espécie de instrumentos psicológicos, servindo como elementos mediadores que auxiliam no desenvolvimento das funções cognitivas. De acordo com Rego (1995), com o auxílio dos signos o homem pode controlar sua atividade psicológica e ampliar a sua capacidade de atenção, memória, lógica e pensamento. Alguns exemplos de signos seriam: a utilização de um sorteio para tomar uma decisão, amarrar um lacinho no dedo para lembrar-se de passar no supermercado após o trabalho ou anotar um comportamento na agenda.

Vygotsky apresenta uma analogia entre instrumentos e signos que permite compreender melhor qual sua relação:

²O conceito de ZDP será abordado na seção 4.2.

[...] A invenção e o uso de signos auxiliares para solucionar um dado problema psicológico (lembrar, comparar coisas, relatar, escolher, etc.) é análoga à invenção e uso de instrumentos, só que agora no campo psicológico. O signo age como um instrumento da atividade psicológica de maneira análoga ao papel de um instrumento no trabalho. (VYGOTSKY, 1984, p. 59-60 apud REGO, 1995, p. 52).

O mais importante sistema de signos, segundo a teoria histórico-cultural, é a linguagem. A mesma é entendida como um sistema simbólico fundamental em todos os grupos humanos, elaborado no curso da história social, que organiza os signos em estruturas complexas e desempenha um papel essencial na formação das funções mentais superiores, tipicamente humanas. (REGO, 1995).

A linguagem é um signo mediador por excelência, pois carrega em si os conceitos generalizados e elaborados pela cultura humana, conforme ressalta Moreira (1999). Podem-se elencar três funções principais que a linguagem exerce nos processos psíquicos do homem, conforme apresenta Rego (1995): (I) oportuniza lidar com os objetos do mundo exterior mesmo quando eles estão ausentes; (II) possibilita o processo de abstração e generalização; (III) permite a comunicação entre os homens, garantindo assim a preservação, transmissão e assimilação de informações e experiências acumuladas pela humanidade ao longo da história.

Vygotsky apresenta em sua obra a importante relação entre o pensamento e a linguagem. Moreira (1999) coloca que o desenvolvimento dos processos mentais superiores depende da contextualização e a linguagem serve muito bem para isso, na medida em que o uso de signos linguísticos, como as palavras, permite que a criança se afaste cada vez mais de um contexto concreto, ou seja, o domínio da linguagem abstrata, descontextualizada, flexibiliza o pensamento conceitual e proposicional. A linguagem tanto expressa o pensamento da criança como age como organizadora desse processo. Mesmo tendo origens diferentes e se desenvolvendo de modo independente, numa certa altura, graças à inserção da criança no mundo da cultura, o pensamento e a linguagem se encontram e dão origem ao modo de funcionamento psíquico mais sofisticado, tipicamente humano.

No momento em que pensamento e linguagem se associam, o pensamento torna-se verbal e a linguagem (fala) racional. Isso acontece quando no processo de desenvolvimento da fala a criança evolui de uma fala exterior para uma fala egocêntrica e, desta, para uma fala interior.

[...] O desenvolvimento da linguagem no indivíduo se dá da fala social (linguagem como comunicação) para a fala egocêntrica (linguagem como mediadora de ações) e desta para a fala interna. Esta, por sua vez, reflete uma independência cada vez

maior em relação ao contexto extralinguístico que se manifesta por meio da abstração, que leva à conceitualização de objetos e eventos do mundo real. A internalização da fala leva à independência em relação à realidade concreta e permite o pensamento abstrato flexível, independente do contexto externo. (GARTON, 1992, p. 92-93 apud MOREIRA, 1999, p. 115).

O processo de evolução da fala exterior para a fala egocêntrica e desta para a fala interiorizada pode ser tomado como um exemplo de internalização. A linguagem também é referenciada como o principal instrumento semiótico nos processos de internalização.

Para Vygotsky, é através da internalização (interiorização) de instrumentos e sistemas de signos, produzidos culturalmente, que se dá o desenvolvimento cognitivo. (VYGOTSKY, 1988 apud MOREIRA, 1999).

No processo de internalização, os significados cuja origem encontra-se num plano social (os Outros) – intersíquico – que é externo, são assimilados e interiorizados – um processo que acontece no sujeito (o Eu) de forma muito particular, em um plano que é individual – intrapsíquico. Esse processo pode ser compreendido na teoria histórico-cultural pela “Lei da Dupla Formação” em que o desenvolvimento das funções mentais superiores do indivíduo pode ser considerado “[...] um processo que se dá evolutivamente da dimensão interpessoal (interpsicológico) para a dimensão intrapessoal (intrapicológico)”. (SCHROEDER; FERRARI; MAESTRELLI, 2009, p. 03).

Os processos de internalização são processos criadores de consciência. Dessa forma, algo externo é assimilado e transformado para se adequar aos propósitos do sujeito, num processo em que aprendizagem e desenvolvimento estão mutuamente entrelaçados e ocorrem por meio da interação social entre o indivíduo e o contexto no qual está inserido.

A abordagem histórico-cultural atribui enorme importância ao papel da interação social no desenvolvimento humano. Segundo ela, no processo da constituição do ser humano, duas linhas qualitativamente diferentes de desenvolvimento se entrelaçam, diferindo, no entanto, quanto à sua origem: os processos elementares, de origem biológica; e as funções psicológicas superiores, de origem sociocultural.

A estrutura biológica (orgânica) do indivíduo, aquilo que é inato, não é suficiente para produzir o ser humano, na ausência do ambiente social. O desenvolvimento do sujeito humano se dá a partir das constantes interações com o meio físico e social em que vive. E essa interação com o meio social necessita ser mediada por outras pessoas do grupo social e cultural onde o indivíduo se insere.

Por intermédio dessas mediações, os membros imaturos da espécie humana vão pouco a pouco se apropriando dos modos de funcionamento psicológico, do comportamento e da cultura, enfim do patrimônio da história da humanidade e de seu grupo cultural. Quando internalizados estes processos começam a ocorrer sem a intermediação de outras pessoas. (REGO, 1995, p. 61).

A interação social é fundamental para o desenvolvimento, visto que as pessoas não vivem isoladas. Elas estão constantemente interagindo, seja em casa, na rua ou na escola. E, para as crianças esse processo de socialização é essencial para o desenvolvimento da aprendizagem.

4.2 O CONCEITO DE ZONA DE DESENVOLVIMENTO PROXIMAL – ZDP

O conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal – ZDP configura-se como um ponto central para explicar a relação entre aprendizagem e desenvolvimento e como esta relação acontece. Vygotsky compreende o desenvolvimento cognitivo como um processo formado por dois níveis: o nível de desenvolvimento real ou efetivo e o nível de desenvolvimento potencial. (REGO, 1995).

O nível de desenvolvimento real ou efetivo pode ser compreendido como o resultado do desenvolvimento das funções mentais que já amadureceram na criança, ou seja, aquelas funções ou capacidades que ela já aprendeu e domina, pois já consegue utilizar sozinha, sem assistência de alguém mais experiente da cultura (pai, mãe, professor, criança mais velha).

O nível de desenvolvimento potencial também se refere àquilo que a criança é capaz de fazer, porém mediante a ajuda de outra pessoa (adultos ou crianças mais experientes). Este nível é bem mais indicativo do seu desenvolvimento mental do que aquilo que ela consegue fazer sozinha.

A Zona de Desenvolvimento Proximal é definida por Vygotsky como a distância entre o nível de desenvolvimento cognitivo real do indivíduo e o seu nível de desenvolvimento potencial.

A Zona de Desenvolvimento Proximal é a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes. (VYGOTSKY, 1988, p. 97 apud MOREIRA, 1999, p. 116).

Nesse sentido, a ZDP define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em vias de maturação. É uma medida do potencial de aprendizagem e representa a

região na qual o desenvolvimento cognitivo acontece; é dinâmica e está em constante mudança. (MOREIRA, 1999).

A interação social que provoca a aprendizagem deve ocorrer dentro da ZDP. Transpondo esse entendimento para o campo educacional, isso significa dizer que para promover o aprendizado o professor (visto como alguém mais experiente) deve incidir na ZDP dos alunos para potencializar avanços que dificilmente ocorreriam sozinhos. Para isso, o professor necessita conhecer e considerar o nível de desenvolvimento real do estudante e conduzir o ensino para etapas que estão em processo de desenvolvimento.

A ideia de ZDP consiste em conceber o desenvolvimento cognitivo de forma prospectiva, isto é, o bom ensino é aquele que se adianta ao desenvolvimento.

4.3 ALGUMAS IMPLICAÇÕES DA ABORDAGEM HISTÓRICO-CULTURAL NO CAMPO EDUCACIONAL, EM ESPECIAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS

A obra de Vygotsky representa uma grande contribuição para a área da educação, na medida em que traz importantes reflexões sobre o processo de formação do psiquismo humano e, conseqüentemente, suscita questionamentos, aponta diretrizes e instiga a formulação de alternativas no plano pedagógico. (REGO, 1995). Nesta seção vamos abordar algumas implicações da teoria de aprendizagem de Vygotsky no ensino escolar, em especial no ensino de Ciências.

As teorias sobre o desenvolvimento cognitivo humano que predominavam na Psicologia, na época de Vygotsky, eram o inatismo e o ambientalismo. Essas concepções embasavam o modelo pedagógico de ensino desenvolvido nas escolas, e, ainda hoje se encontram presentes na prática pedagógica do sistema educacional, embora o inatismo de forma mais tímida que o ambientalismo.

Na abordagem inatista, o desenvolvimento é visto como um pré-requisito para que a aprendizagem se efetive, sendo que estes processos ocorrem de forma independente. Na prática escolar essa perspectiva se caracteriza pelo entendimento de que os processos de ensino só podem se realizar na medida em que a criança estiver madura para efetivar determinada aprendizagem. O ensino não desafia, não amplia nem instrumentaliza o desenvolvimento de cada indivíduo, pois se restringe àquilo que ele já conquistou. Segundo essa abordagem, a escola e o professor pouco ou quase nada contribuem para o desenvolvimento do aluno e o processo educativo fica na dependência dos seus traços comportamentais e cognitivos, o que gera certo imobilismo e resignação, visto que as

diferenças não serão superadas pela educação, ficando o sucesso ou o fracasso do aluno dependente do seu talento, aptidão, dom ou maturidade. (REGO, 1995).

Já a teoria ambientalista postula que desenvolvimento e aprendizagem se confundem e ocorrem simultaneamente. Os pressupostos dessa teoria se encontram de forma bem acentuada na visão e na prática da pedagogia tradicional. Esta abordagem dá suporte ao chamado modelo pedagógico da “transmissão/recepção”, conforme coloca Maldaner (2003), no qual o aluno é visto como um receptáculo vazio (alguém que em princípio nada sabe) e o professor desempenha o papel do detentor do saber e que transmite aos alunos “os conteúdos científicos desconexos, isolados, inquestionáveis e abstratos”. (MALDANER, 2003, p. 73).

Cabe ressaltar, de acordo com o exposto por Rego (1995), que tanto o inatismo quanto o ambientalismo, mesmo baseados em pressupostos epistemológicos diferentes, são utilizados para justificar uma mesma perspectiva pedagógica: o espontaneísmo. Ambos reforçam a ideia de um determinismo prévio (por razões inatas ou adquiridas), que acarretam uma espécie de perplexidade e imobilismo do sistema educacional, desvalorizando assim, o papel do professor e da escola e isentando-os de cumprir o seu papel de possibilitadores e desafiadores do processo de constituição do sujeito, do ponto de vista do seu comportamento de um modo geral e da construção de conhecimentos.

Vygotsky refutava tanto a concepção ambientalista (pela exagerada e exclusiva ênfase às pressões do meio) quanto à inatista (pelo desprezo às influências externas e pela supervalorização do aspecto hereditário e maturacional). De acordo com o seu pensamento socio-interacionista o que ocorre não é uma somatória entre fatores inatos e adquiridos e sim uma interação dialética que se dá, desde o nascimento, entre o ser humano e o meio social e cultural que se insere.

Na teoria vygotskyana desenvolvimento e aprendizagem são fenômenos mutuamente dependentes. Os processos de desenvolvimento são impulsionados pelo aprendizado, ou seja, a criança se desenvolve porque aprende. Nesse sentido a educação escolar desempenha um papel fundamental.

Conforme o artigo de Schroeder, Ferrari e Maestrelli (2009), na teoria histórico-cultural as funções mentais superiores são processos mediados, com origem nas interações sociais, sobretudo nas situações específicas como o ensino, gerador de procedimentos colaborativos, os quais possibilitam, progressivamente, a apropriação e o domínio dos instrumentos culturais e a regulação do próprio comportamento. “A aprendizagem pressupõe uma natureza social específica, um processo através do qual o estudante adentra a vida

intelectual das pessoas que o cercam”. (VYGOTSKY, 1989 apud SCHROEDER; FERRARI; MAESTRELLI, 2009, p. 06).

Os referidos autores ressaltam que, para Vygotsky, os estudantes não são simples receptores dos ensinamentos do professor, nem este é o detentor do conhecimento. Em vez disto, é proposta a díade estudante ↔ professor, em atividades onde se compartilham responsabilidades e conhecimentos, com vistas à resolução de tarefas ou problemas. A relação professor e aluno se caracterizam pelos aspectos de reciprocidade e assimetria. O que se pretende é a transferência gradual de responsabilidades das tarefas para os estudantes.

Nessa abordagem o professor deixa de ser visto como agente exclusivo de informação e formação dos alunos, uma vez que as interações estabelecidas entre os estudantes também têm um papel fundamental na promoção de avanços no desenvolvimento individual. Nesse sentido, o papel do professor é atuar como um mediador (e possibilitador) das interações entre os alunos e destes com os objetos de conhecimento, conforme coloca Rego (1995). O educador deve intervir nas “zonas de desenvolvimento proximal” dos alunos, atuando como um parceiro privilegiado, porque tem mais experiência e informações. Cabe a ele promover o ambiente e os meios necessários para que o aluno se aproprie do patrimônio cultural já produzido pela humanidade e também desafiar, através do ensino, os processos de aprendizagem e desenvolvimento cognitivo do estudante.

Um ponto muito importante destacado por vários autores (MOREIRA, 1999; REGO, 1995; SCHROEDER; FERRARI; MAESTRELLI, 2009) se refere ao fato de que o professor deve considerar os conhecimentos prévios dos estudantes e partir daquilo que os mesmos já sabem para ensinar os novos conceitos. Para que o educador possa intervir e planejar estratégias que permitam avanços, reestruturação e ampliação do conhecimento já estabelecido pelo grupo de alunos é necessário que conheça o nível de conhecimento real ou efetivo dos mesmos. O “ponto de partida” deve ser as descobertas, hipóteses, informações, crenças, opiniões, enfim, as teorias acerca do mundo onde o aluno se insere. “[...] Para tanto, é preciso que, no cotidiano, o professor estabeleça uma relação de diálogo com as crianças e que crie situações em que elas possam expressar aquilo que já sabem”. (REGO, 1995, p. 116).

Moreira (1999) coloca que o ensino só se consuma quando aluno e professor compartilham significados.

[...] Esse intercâmbio é fundamental para a aprendizagem, e, conseqüentemente, na ótica de Vygotsky, para o desenvolvimento cognitivo. Sem intercâmbio social, ou sem intercâmbio de significados, dentro da zona de desenvolvimento proximal do aprendiz, não há ensino, não há aprendizagem e não há desenvolvimento cognitivo. Interação e intercâmbio implicam, necessariamente, que todos os envolvidos no

processo ensino-aprendizagem devam falar e tenham oportunidade de falar. (MOREIRA, 1999, p. 121).

Para Vygotsky, a escola desempenha um papel insubstituível na apropriação da experiência cultural pelo sujeito. Ela promove um modo mais sofisticado de analisar e generalizar os elementos da realidade: o pensamento conceitual.

Na escola, as atividades educativas, diferentes daquelas que ocorrem no cotidiano extraescolar, são sistemáticas, têm uma intencionalidade deliberada e compromisso explícito (legitimado historicamente) em tornar acessível o conhecimento formalmente organizado. Nesse contexto, as crianças são desafiadas a entender as bases dos sistemas de concepção científicas e a tomar consciência de seus próprios processos mentais. (REGO, 1995, p. 104).

A escola deve ser capaz de desenvolver nos alunos capacidades intelectuais que lhes permitam assimilar os conhecimentos acumulados. Ela não deve se restringir à transmissão de conteúdos, mas sim, partindo dos conhecimentos que o aluno traz de sua vivência pessoal, ensiná-lo a pensar, ensinar formas de acesso e apropriação do conhecimento elaborado, de modo que ele possa praticá-las autonomamente ao longo de sua vida. Além disso, a instituição escolar deve propiciar ao estudante a sua permanência nesse ambiente e o prosseguimento dos estudos.

A escola, portanto, é o local onde os estudantes entrarão em contato com um grande e variado conjunto conceitual, hierarquicamente organizado a partir das diferentes áreas do conhecimento que compõem o seu currículo. Este conjunto conceitual deve ampliar e transformar as relações dos estudantes com a sua realidade, ou seja, transformar a forma e o conteúdo do seu pensamento.

Cabe à escola, o papel fundamental de promover um deslocamento do estudante, imerso nas situações cotidianas e das informações perceptuais imediatas do senso comum, para um modo de pensar distinto do pensamento cotidiano, tendo como referência as características da ciência. (SCHROEDER; FERRARI; MAESTRELLI, 2009). A escola, através de seus processos de ensino organizados e sistemáticos, possibilita aos estudantes a aprendizagem dos conceitos científicos.

A abordagem histórico-cultural fornece um aporte teórico bastante consistente no que concerne a explicar a formação dos conceitos científicos. Com base em autores como Mortimer e Scott (2014) e Gehlen e Delizoicov (2013), apoiados em Vygotsky, analisaremos como ocorre o processo de formação dos conceitos científicos em interlocução com os conceitos cotidianos e a importância do ensino de Ciências nesse contexto.

Primeiramente se faz necessário diferenciar os conceitos cotidianos (também chamados de conhecimentos de senso comum) dos conceitos científicos. Os conceitos cotidianos referem-se àqueles construídos a partir da observação, manipulação e vivência direta da criança. Já os conceitos científicos se relacionam àqueles eventos não diretamente acessíveis à observação ou ação imediata da criança: são os conhecimentos sistematizados, adquiridos nas interações escolarizadas. “Apesar de diferentes, os dois tipos de conceitos estão intimamente relacionados e se influenciam mutuamente, pois fazem parte na verdade de um único processo: o desenvolvimento da formação de conceitos”. (REGO, 1995, p. 78).

O desenvolvimento dos processos que resultam na formação de conceitos começa na fase mais precoce da infância e amadurece, se configura e se desenvolve na puberdade, conforme ressalta Moreira (1999). E, nessa fase da vida, o indivíduo se encontra no período de sua vida escolar.

Mas como ocorre o processo de formação dos conceitos científicos em interlocução com os saberes cotidianos?

Como vemos em Mortimer e Scott (2014), na hipótese vygotskyana, os conhecimentos científicos, com seu poder explicativo, vêm ao encontro dos conhecimentos cotidianos. Embora se desenvolvam em trajetórias inversas, ambos estão íntima e complexamente conectados. Em seu lento caminho ascendente, um conceito cotidiano abre caminho para o conceito científico no seu desenvolvimento descendente. Ele cria uma série de estruturas necessárias para a evolução dos aspectos elementares mais primitivos de um conceito, dando-lhe corpo e vitalidade. Os conceitos científicos, por sua vez, fornecem estruturas para a elevação do nível de consciência e para o seu uso deliberado. Crescem descendentemente por meio dos conceitos cotidianos; os conceitos cotidianos crescem ascendentemente por meio dos conceitos científicos. Os conceitos cotidianos, que estão diretamente ligados aos objetos concretos do mundo, formam uma base para os conceitos científicos que, quando dominados pelos estudantes, iniciam um processo de transformação daqueles, levando-os para níveis de compreensão muito mais elevados.

A formação dos conceitos desenvolve-se simultaneamente a partir de duas direções: da direção geral e do particular... O desenvolvimento de um conceito científico começa com a definição verbal. Como parte de um sistema organizado, essa definição verbal descende ao concreto; ela descende aos fenômenos que o conceito representa. Em contraste, o conceito cotidiano tende a se desenvolver fora de um sistema definido; ele tende a se mover para cima em direção à abstração e à generalização. (VYGOTSKY, 1987 apud MORTIMER; SCOTT, 2014, p. 279).

Na perspectiva sociocultural da aprendizagem, aprender conceitos científicos envolve a passagem do plano social para o individual, por meio do processo de internalização, tendo o professor como mediador do processo. “[...] Isso não significa que o aprendiz absorva o conhecimento pronto das suas interações no plano social, mas sim que um processo de reconstrução individual tem lugar na medida em que o aprendiz faça sentido das novas ideias em termos das já existentes”. (MORTIMER; SCOTT, 2014, p. 274).

Nesse sentido, conforme colocam Mortimer e Scott (2014), aprender o conceito científico envolve estabelecer relações entre ideias já existentes e as novas ideias. Esse processo ocorre através do diálogo, onde o estabelecimento de relações é visto como o responsável pela formação de redes conceituais que conectam conceitos cotidianos e científicos.

A aprendizagem profunda implica relações que permitam integrar e diferenciar formas de explicar cotidianas e científicas. Segundo os referidos autores o ensino de Ciências deve possibilitar ao aluno o estabelecimento dessas relações. “[...] Entender uma ideia envolve colocá-la em contato com velhas ideias... Para aprender o estudante deve fazer relações entre o seu conhecimento cotidiano e o conhecimento científico. Essa relação pode ser propiciada através do ensino de Ciências.” (MORTIMER; SCOTT, 2014, p. 277).

Os alunos não precisam abandonar suas ideias de senso comum como resultado do aprendizado dos conceitos científicos. Eles podem continuar a usar essas ideias para se comunicar dentro dos contextos apropriados.

Nesse pensamento está intrínseca a noção de perfil conceitual, conforme colocam Mortimer e Scott (2014):

A abordagem dos perfis conceituais é baseada, precisamente, na ideia de que as pessoas exibem diferentes maneiras de ver e conceituar o mundo e, desse modo, diferentes modos de pensar que são usados em contextos distintos. Perfis conceituais devem ser entendidos como modelos de heterogeneidade do pensamento verbal. (MORTIMER; SCOTT, 2014, p. 269).

Segundo Mortimer e Scott (2014), a aprendizagem é entendida na abordagem dos perfis conceituais em termos de dois processos interligados: (I) o enriquecimento dos perfis conceituais; e, (II) a tomada de consciência da multiplicidade de modos de pensar que constituem um perfil e dos contextos nos quais esses modos de pensar e os significados que eles representam podem ser aplicados de maneira apropriada.

Na noção de perfil conceitual está subjacente a ideia de que o aluno não precisa substituir os conceitos cotidianos pelos conceitos científicos, como enfatizavam os modelos

de ensino presentes na década de 1980, baseados na “mudança conceitual”. (MALDANER, 2003, p. 144). Os estudantes precisam saber que os conhecimentos do cotidiano se aplicam em determinados contextos e não em outros, onde os conceitos científicos devem ser aplicados para explicar coerentemente a situação dada. Não se trata de substituir as ideias de senso comum pelos conhecimentos científicos, pois, como se pode perceber, deve haver uma interação entre ambos, mas sim, saber diferenciar qual conceito deve ser aplicado em determinado contexto.

Um aspecto muito importante ressaltado por Mortimer e Scott (2014) refere-se ao fato, bastante comum no ensino de Ciências, dos alunos não conseguirem relacionar os conceitos científicos estudados com a sua vida real, ou seja, fazer a necessária transposição didática. Em termos vygotskyanos, isso se constitui num desafio para o professor de Ciências, visto que este precisa “[...] relacionar as ideias científicas com o concreto, de modo que o estudante possa ver as conexões entre os construtos científicos e o mundo real”. (MORTIMER; SCOTT, 2014, p. 279).

Esse pensamento vai ao encontro das ideias de Driver *et al* (1999) quando este refere que o papel do professor de Ciências, mais do que organizar o processo pelo qual os indivíduos geram significados sobre o mundo natural, é o de atuar como mediador entre o conhecimento científico e os aprendizes, ajudando-os a conferir sentido pessoal à maneira como as afirmações do conhecimento são geradas e validadas.

Essas colocações referem-se à necessidade de se contextualizar o ensino de Ciências, ou seja, estabelecer relações entre as explicações científicas e os fenômenos do mundo real. O professor tem a oportunidade de fazer escolhas ao selecionar os fenômenos a serem estudados e, essas escolhas podem ser selecionadas por seu potencial de interesse e relevância para os estudantes. (MORTIMER; SCOTT, 2014).

Nesse sentido, uma possibilidade apontada por Gehlen e Delizoicov (2013), refere-se à organização do currículo de Ciências pautado na “abordagem de temas”. (GEHLEN; DELIZOICOV, 2013, p. 58). O tema caracteriza-se como o eixo estruturador da abordagem dos conceitos científicos e a sua escolha necessitam estar vinculada a situações que envolvam o cotidiano dos estudantes.

Nessa perspectiva, a seleção da temática a ser trabalhada surge do interesse e do contexto dos sujeitos envolvidos no processo educacional, em uma dimensão mais social. Sendo que os conceitos científicos escolhidos para serem trabalhados são aqueles que conseguem responder à demanda, ou seja, solucionar o problema emergente da temática em pauta.

A possibilidade da relação entre problema e motivo na resolução de uma determinada situação-problema se aproxima do processo de humanização descrito por Vygotsky, em que o enfrentamento de um problema envolve um motivo, uma finalidade, para que possa gerar a necessidade de seu enfrentamento. (GEHLEN, 2009 apud GEHLEN; DELIZOICOV, 2013).

Considerar uma temática social que emerge do cotidiano dos estudantes como ponto de partida para a seleção e estruturação de conceitos científicos consiste numa possibilidade para abordar o ensino de Ciências numa perspectiva contextualizada e interdisciplinar. Essa metodologia poderá auxiliar o professor de Ciências a superar o desafio de relacionar as ideias científicas com o concreto, possibilitando, dessa forma, a construção de um conhecimento efetivo por parte do aluno.

[...] Há um movimento no ensino de Ciências que busca uma reconfiguração curricular baseada em temas que apresentam problemas sociais de dimensão científica e tecnológica, bem como situações que envolvam questões sociais vivenciadas pela comunidade escolar e pela sociedade, em geral. (GEHLEN; DELIZOICOV, 2013, p. 61).

De um modo geral, as pesquisas em educação em Ciências que se referenciam em Vygotsky buscam de alguma forma valorizar aspectos que podem fazer parte da realidade dos alunos, fazendo emergir um problema que precisa ser enfrentado e cuja formulação possa levar a conceitos novos, em que o processo de estabelecer relações seja mediado pelo professor através do uso dos signos, em especial a linguagem.

5 OFICINAS TEMÁTICAS: UMA METODOLOGIA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

O ensino de Ciências deve ter como meta proporcionar o conhecimento científico e tecnológico e sua apropriação crítica à maioria da população, de modo que efetivamente se incorpore no universo das representações sociais e se constitua como cultura. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992). Desse modo, aliado a outras áreas do conhecimento, deve ser capaz de instrumentalizar o aluno – futuro cidadão com qualquer profissão – para melhor compreender a realidade onde se insere, possibilitando-lhe uma atuação consciente sobre ela. Segundo os referidos autores, os professores de Ciências precisam manter-se constantemente alertas para a busca de uma postura que reforce na prática cotidiana da sala de aula essa abordagem crítica, combatendo a mistificação e a caricatura do conhecimento científico.

Em seus trabalhos, Delizoicov e Angotti (1992), e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018) ressaltam a importância de o professor ter o conhecimento sobre os conceitos/conteúdos que irá ensinar, mas também que o mesmo desenvolva metodologias adequadas para que os alunos se apropriem desses conhecimentos. Esses autores apontam uma metodologia para o ensino das disciplinas de Ciências da Natureza baseada em abordagens temáticas, as quais podem ser desenvolvidas por meio de Oficinas Temáticas–OT, proposta esta ancorada nos “Três Momentos Pedagógicos”. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992, p. 54).

O trabalho com Oficinas Temáticas como proposição metodológica para o ensino de Ciências, em especial para o ensino de Química, também é defendido por Marcondes (2007, 2008), onde a autora enfatiza a perspectiva da contextualização do conhecimento que esta metodologia possibilita.

No presente trabalho, desenvolvido pela pesquisadora com os estudantes do Segundo Ano do Ensino Médio de uma escola pública, realizou-se uma Oficina Temática, organizada com base nos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1992, 2018), com o objetivo de trabalhar de forma contextualizada o conteúdo de Radiações e Radioatividade.

5.1 ABORDAGEM TEMÁTICA

A perspectiva curricular de ensino baseada na abordagem temática apresenta-se como uma possibilidade de promover a contextualização no ensino de Ciências, através da problematização de temas que emergem da vivência dos estudantes.

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018) definem a abordagem temática da seguinte forma:

[...] Perspectiva curricular cuja lógica de organização é estruturada com base em temas, com os quais são selecionados os conteúdos de ensino das disciplinas. Nessa abordagem, a conceituação científica da programação é subordinada ao tema. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018, p.146).

O aspecto mais significativo dessa proposta, segundo os autores, se refere à lógica de organização do currículo escolar. A abordagem temática rompe com o tradicional paradigma da estruturação curricular baseada na abordagem conceitual, a qual organiza os conteúdos escolares com base em um elenco de conceitos científicos.

A organização dos conteúdos escolares e do currículo de acordo com a abordagem temática implica numa articulação, por parte do professor de Ciências, entre temas e conceitos científicos, sendo os temas, e não os conceitos, o ponto de partida para a elaboração do programa, o qual deve garantir a inclusão da conceituação a que se quer chegar para a compreensão científica dos temas pelos alunos.

No entendimento de Marcondes (2008) o ensino de Ciências por meio da abordagem de temas deve possibilitar “[...] o trabalho com dados, informações e conceitos que permitam conhecer a realidade, avaliando situações e soluções e propondo formas de intervir na sociedade” (MARCONDES, 2008, p. 69). Segundo a autora, os temas escolhidos devem permitir o estudo da realidade onde o aluno está inserido, de modo que o mesmo reconheça a importância da temática para si próprio e para o grupo social a que pertence. Desse modo, o estudante será capaz de dar significação ao seu aprendizado, tendo como base seus conhecimentos de senso comum, a partir dos quais vai analisar as situações que a temática apresenta.

Com relação a esse aspecto, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018, p. 148) colocam que “é a apreensão do significado e interpretação dos temas por parte dos alunos que precisa estar garantida no processo didático-pedagógico, para que os significados e interpretações dados possam ser problematizados”.

A problematização dos temas caracteriza-se como ponto central na perspectiva da abordagem temática. Ela implica necessariamente numa prática dialógica entre os sujeitos da educação –aluno e professor – sobre os conhecimentos que ambos detêm a respeito do tema, aqui entendido como objeto de estudo e compreensão.

A prática de uma metodologia de ensino baseada em temas implica necessariamente a inclusão de situações significativas para os alunos, entendidas como situações-problema que surgem como manifestações das contradições envolvidas nos temas:

As situações significativas se apresentam como desafios para uma compreensão dos problemas envolvidos nos temas diferentes daquela originária dos conhecimentos do senso comum. Elas não encontram sua significação meramente na curiosidade dos alunos ou em sua vontade de conhecer; contudo, ao englobar essas características, delas se diferenciam à medida que, além disso, desafiam os alunos a não só melhor compreender, mas também atuar para transformar as situações problematizadas durante o desenvolvimento do programa de ensino. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018, p. 149).

De modo semelhante à inclusão de situações significativas apresentadas por Delizoicov, Angotti e Pernambuco, encontramos em Maldaner (2003) a proposição de desenvolver os conteúdos da disciplina de Química através do trabalho com situações de alta vivência dos alunos.

Pode-se considerar como situações de alta vivência dos alunos aquelas sobre as quais eles sabem falar e defender os seus pontos de vista, onde o aluno poderá manifestar, de forma livre, embora estimulada, os seus conceitos do cotidiano e estes são suficientemente desenvolvidos para que os conceitos científicos, introduzidos pelas falas do professor e pelos objetos teóricos da Química, possam constituir-se no contexto. (MALDANER, 2003, p. 166).

Nesse sentido, tanto as situações significativas quanto as situações de alta vivência dos alunos configuram-se em formas de abordar o ensino de Ciências e de Química sob o enfoque metodológico da abordagem temática, possibilitando o desenvolvimento dos conteúdos associados a aspectos vivenciados pelos estudantes em sua realidade extraescolar, o que configura o princípio da contextualização do conhecimento científico e favorece a sua apropriação de forma mais efetiva pelo estudante.

Ainda com relação à escolha dos temas para a estruturação dos conteúdos programáticos no currículo de Ciências de acordo com o enfoque da abordagem temática, Snyders (1988, apud DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018) enfatiza dois critérios a serem considerados pela equipe de professores da escola: (I) o fascínio dos jovens pelos aparatos tecnológicos; e, (II) a necessidade de discutir o problema do balanço benefício-malefício da produção científico-tecnológica. Percebe-se que há uma aproximação dessas ideias com a perspectiva CTS – Ciência-Tecnologia-Sociedade, a qual também se baseia na organização curricular pautada na abordagem de temas no ensino de Ciências.

Segundo os autores com base nesses dois critérios direcionadores da escolha dos temas que a escola possa vir a escolher como parte dos eixos estruturantes do currículo escolar, a programação da disciplina de Ciências, além de privilegiar e desenvolver conceituação científica pertinente contribuirá como exploração da interdependência entre os conhecimentos produzidos no âmbito da ciência e da tecnologia. Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018) sintetizam da seguinte forma a estruturação do currículo de Ciências baseado na perspectiva da abordagem temática:

A abordagem dos conceitos científicos é ponto de chegada, quer da estruturação do conteúdo programático quer da aprendizagem dos alunos, ficando o ponto de partida com os temas e as situações significativas que originam, de um lado, a seleção e organização do rol de conteúdos, ao serem articulados com a estrutura do conhecimento científico, e, de outro, o início do processo dialógico e problematizador. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018, p. 150).

O desafio a ser enfrentado, então, na elaboração do currículo de Ciências e das práticas educativas desenvolvidas nesta disciplina no interior da escola, é a articulação estruturada entre temas e conceituação científica, além do conhecimento prévio do aluno, o qual precisa ser obtido, problematizado e reconstruído em interlocução permanente com o conhecimento científico. Esse processo de articulação entre temas e conceitos científicos é fruto do trabalho realizado pelos professores que, partindo dos conceitos, relações, modelos e teorias de sua área de conhecimento e deles fazendo uso, contribuem para uma análise dos temas eleitos para estudo e compreensão durante o processo educativo. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018).

Ao mesmo tempo, é identificada a conceituação da qual o aluno precisa se apropriar, para uma compreensão cientificamente compartilhada do tema. Fica estabelecida, então, uma seleção de conhecimentos que vão compor a lista de conteúdos programáticos escolares, os quais serão desenvolvidos com base em uma dimensão dialógica e problematizadora (FREIRE, 1975, apud DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018), a qual pode favorecer a apropriação do conhecimento científico pelos educandos.

5.2 OFICINAS TEMÁTICAS

A perspectiva curricular de ensino baseada na abordagem temática apresenta-se como uma possibilidade de promover a contextualização no ensino de Ciências, através da problematização de temas que emergem da vivência dos estudantes.

Encontramos nos trabalhos de Marcondes (2007; 2008) algumas contribuições bastante relevantes para o entendimento dessa proposta metodológica de ensino, em especial no contexto do ensino de Química. Segundo a autora, a Oficina Temática configura-se como uma proposição metodológica que procura tratar os conhecimentos científicos de forma inter-relacionada e contextualizada, envolvendo os estudantes em um processo ativo de construção do seu próprio conhecimento e de reflexão que possa contribuir para a tomada de decisões.

As OT podem ser locais de ensino e aprendizagem onde se busca soluções para um problema a partir dos conhecimentos práticos e teóricos. Para a resolução do problema são necessárias habilidades e competências, assim como o emprego de ferramentas adequadas e pensadas na base de um conhecimento. Requer trabalho em equipe, ação e reflexão. (MARCONDES, 2008).

As principais características pedagógicas que uma Oficina Temática apresenta são resumidas por Marcondes (2008, p. 68-69) como:

- Utilização da vivência dos alunos e dos fatos do dia-a-dia para organizar o conhecimento e promover aprendizagens;
- Abordagem de conteúdos da Química a partir de temas relevantes que permitem a contextualização do conhecimento;
- Estabelecimento de ligações entre a Química e outros campos de conhecimento necessários para se lidar com o tema em estudo;
- Participação ativa do estudante na elaboração do seu conhecimento.

Nas Oficinas Temáticas, a prioridade está na escolha do tema, pois o mesmo desempenha um papel de fio condutor do processo, tanto para o planejamento das atividades a serem realizadas pelo professor quanto para a construção dos conhecimentos pelos estudantes. Os temas escolhidos devem partir da realidade dos alunos, tendo origem em situações de sua vivência, sobre os quais demonstrem interesse e vontade de conhecer. A temática a ser trabalhada deve possibilitar ao estudante dar uma significação ao seu aprendizado, construindo o conhecimento científico de modo que possa intervir em seu meio social de forma crítica e autônoma, transformando sua realidade.

Conforme Marcondes (2008), ao selecionar os temas e os conteúdos, o professor deve ter como ponto de partida:

[...] Situações de interesse imediato do aluno, o que ele vive, conhece ou sofre influências, atingindo os conhecimentos químicos historicamente elaborados, de forma que lhe permitam analisar criticamente a aplicação destes na sociedade. (MARCONDES, 2008, p. 71).

Dessa maneira, em uma OT, o cotidiano é problematizado e revisitado através das atividades propostas e estudado com base no conhecimento científico e em outros relativos a aspectos sociais, históricos, éticos que possam auxiliar na compreensão de uma dada situação problema.

Conforme colocado por Marcondes (2008), as Oficinas Temáticas devem apresentar como um de seus objetivos promoverem a criação de um ambiente propício para o desenvolvimento do diálogo entre os sujeitos da educação, aluno-aluno e aluno-professor. Essa dialogicidade é importante no processo de ensino e de aprendizagem, pois permite que os estudantes manifestem suas ideias, suas dificuldades conceituais e seus entendimentos. Desse modo, o aprendiz tem um papel ativo na construção de seu próprio conhecimento e o professor deve auxiliá-lo nesse processo, fornecendo informações e orientando com os conhecimentos necessários.

As inter-relações que se estabelecem no ambiente da Oficina Temática, bem como as reflexões provocadas, contribuem para que os alunos desenvolvam competências como a argumentação, o enfrentamento de situações, o controle de variáveis, o trabalho em grupo e outras importantes para a vida, tanto no mundo do trabalho como da sociedade. (MARCONDES, 2008).

O papel do professor na OT transita desde problematizador nas situações iniciais, passando por mediador/orientador na realização das atividades, até o de sistematizador na fase final de produção do conhecimento. Desse modo, ele tem a oportunidade de acompanhar o desenvolvimento de seus alunos, podendo, ao longo do processo, redirecionar ou refazer percursos que auxiliem os estudantes na construção do conhecimento.

Como vemos em Marcondes *et. al.* (2007, p. 26):

As oficinas temáticas (contextualizadas) propiciam o desenvolvimento de um conjunto de conhecimentos que podem auxiliar na vida das pessoas e ainda contribuir para o entendimento da Química como disciplina de fundamental importância para a participação do indivíduo na sociedade contemporânea.

Segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018), o desenvolvimento de uma OT pode ser estruturado em três momentos pedagógicos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento, os quais serão discutidos com mais detalhes na próxima seção.

5.3 OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

A proposta de trabalho por meio do desenvolvimento dos Momentos Pedagógicos (MP), apresentada por Delizoicov e Angotti (1992), fornece fundamentação para a realização de um ensino de Ciências baseado na perspectiva curricular da abordagem temática e favorece a prática da contextualização. Os momentos pedagógicos fundamentam-se teoricamente no método de ensino baseado no processo de codificação – problematização – decodificação, proposto por Paulo Freire como uma forma de estruturação do ato educativo em sala de aula. (SILVA; MARCONDES, 2014).

5.3.1 Problematização Inicial – 1º MP

No primeiro momento pedagógico (1º MP), denominado problematização inicial (PI), são apresentadas situações reais que os estudantes conhecem e presenciam relacionadas com a temática que será trabalhada, sobre as quais devem expressar suas ideias e concepções, ou seja, o seu conhecimento de senso comum. A meta é problematizar e compartilhar o conhecimento que os alunos possuem. Neste primeiro momento, caracterizado pela apreensão e compreensão das concepções dos alunos diante das questões propostas, a função do professor deve ser a de problematizador, pautada mais em questionar e lançar dúvidas sobre o assunto do que sugerir respostas ou fornecer explicações.

O objetivo da PI deve ser o de aguçar explicações contraditórias e localizar as limitações e lacunas presentes no conhecimento expresso pelo aluno, quando o professor, de forma implícita, for apresentando os conhecimentos científicos selecionados para explicar o tema em pauta. “[...] Em síntese, a finalidade deste momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno, ao se defrontar com as interpretações propostas para a discussão”. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018, p. 156).

O ponto culminante dessa problematização, segundo os autores, é fazer com que o estudante sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não possui, ou seja, coloca-se para ele um problema que precisa ser resolvido. Daí o motivo das questões e situações serem problematizadas.

5.3.2 Organização do Conhecimento – 2º MP

No segundo momento pedagógico, a organização do conhecimento (OC), os conhecimentos científicos necessários para a compreensão do tema e da problematização inicial são sistematicamente estudados, sob a orientação/mediação do professor. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992). Serão desenvolvidas definições, conceitos e relações. Para isso, o professor poderá empregar as mais variadas atividades, de modo que possa desenvolver a conceituação identificada como fundamental para uma compreensão científica das situações problematizadas por parte do aluno.

Algumas atividades que o professor pode desenvolver para a OC compreendem exposições dialogadas, atividades experimentais, estudos de caso, analogias, leitura e discussão de textos, produção de seminários, vídeos, palestras, produção de material informativo, pesquisas, estudos em grupo, registro sistemático de observações e construção de gráficos e tabelas, construção de maquetes, simulações, jogos didáticos, visitas e excursões, entre outros.

Ao escolher as atividades didático-pedagógicas que serão realizadas na etapa da OC, o professor deverá optar por aquelas que sejam mais adequadas para a melhor compreensão do tema em estudo por parte do aluno. A utilização do livro didático neste momento pode auxiliar no desenvolvimento dos conteúdos. No entanto, este não deve constituir-se como a única fonte para leitura e estudo do conteúdo, reforçando aqui a importância do professor produzir o seu próprio material pedagógico de trabalho e não ficar somente na dependência do livro didático.

5.3.3 Aplicação do Conhecimento – 3º MP

O terceiro momento pedagógico, a aplicação do conhecimento (AC), segundo Delizoicov e Angotti (1992), destina-se a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para que possa analisar e interpretar a situação inicial e ainda aplicá-lo em outras situações que podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento. O objetivo pretendido na AC é capacitar os alunos ao emprego do conhecimento científico, no intuito de formá-los para que articulem a conceituação científica com as situações reais do cotidiano.

Da mesma forma que no momento anterior, as mais diversificadas atividades didático-pedagógicas podem ser desenvolvidas neste momento pelo professor e pelos estudantes,

buscando a generalização da conceituação que já foi abordada e até mesmo formulando problema abertos.

Os referidos autores definem a AC da seguinte forma:

[...] É um uso articulado da estrutura do conhecimento científico com as situações significativas, envolvidas nos temas, para melhor entendê-las, uma vez que essa é uma das metas a ser atingida com o processo de ensino-aprendizagem das ciências. É o potencial explicativo e conscientizador das teorias científicas que precisa ser explorado. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992, p. 55).

O quadro 1 sintetiza os três momentos pedagógicos com relação ao papel do aluno e do professor, às características gerais e ao ponto culminante de cada momento pedagógico.

Quadro 1 - Características gerais dos Três Momentos Pedagógicos (MP).

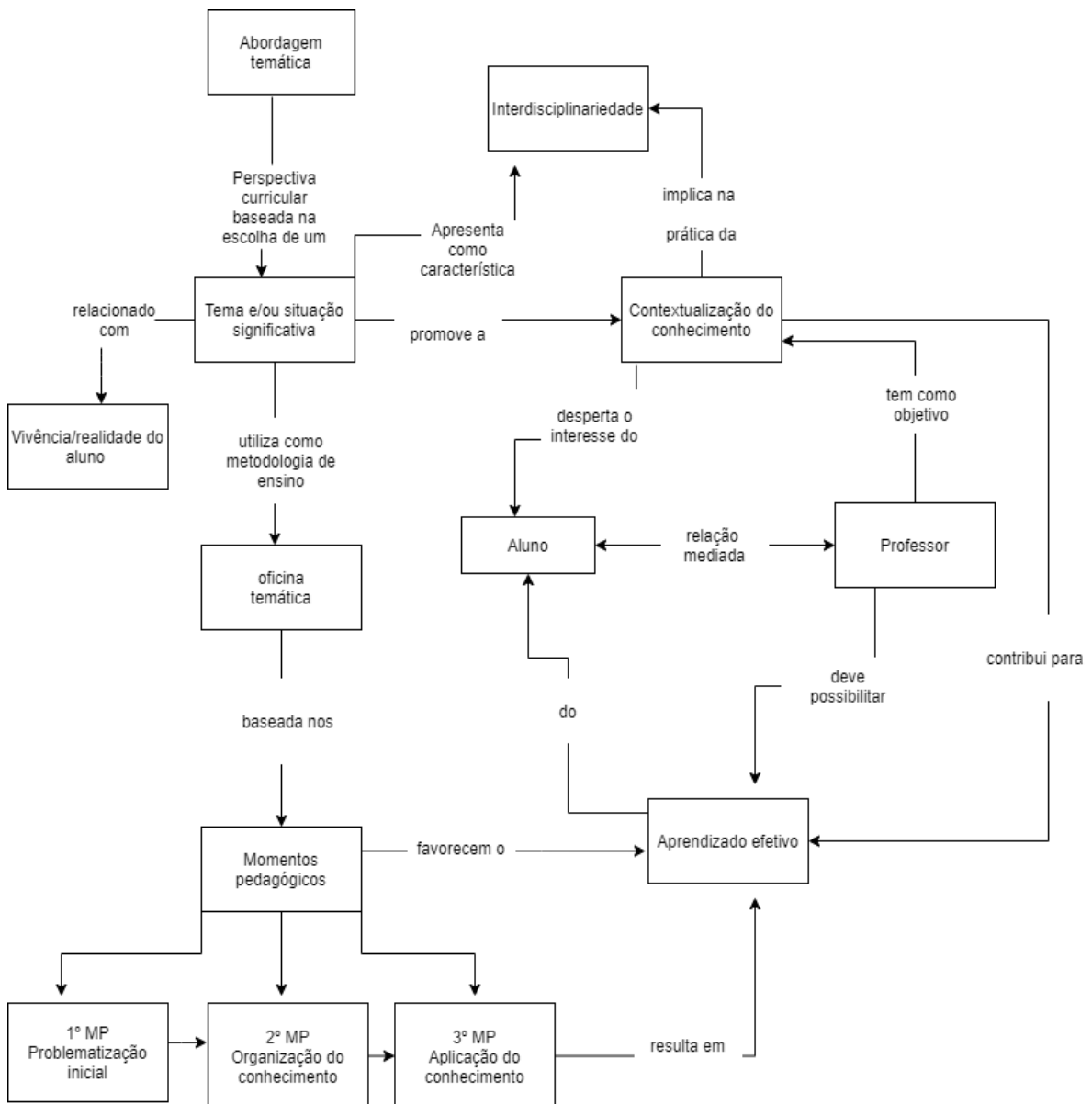
	Os Três Momentos Pedagógicos		
	1º - Problematização Inicial	2º - Organização do Conhecimento	3º - Aplicação do Conhecimento
Papel do Aluno	- Expressar seus conhecimentos de senso comum sobre a situação-problema que lhe foi apresentada, relacionando-a com situações reais que vivencia - Identificar a necessidade de adquirir novos conhecimentos a respeito do tema, os quais ainda não possui	- Compreender a situação-problema à luz do conhecimento científico e ser capaz de mobilizar esse conhecimento para explicar os fenômenos e situações do mundo físico e social que o cerca	- Articular os conhecimentos de senso comum com os conhecimentos científicos para compreender a situação-problema - Aplicar o novo conhecimento nas situações reais do cotidiano
Papel do Professor	- Problematizador: deve questionar e lançar dúvidas sobre o tema, fomentar discussões acerca da situação-problema e evitar sugerir respostas prontas ou fornecer explicações - Identificar as lacunas presentes no conhecimento expresso pelo aluno	- Orientador/Mediador: aborda os conhecimentos científicos necessários para a compreensão da situação-problema - Conduz o aluno para a compreensão dos fatos do cotidiano utilizando as teorias científicas	- Sistematizador: aborda sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para identificar a evolução do seu conhecimento
Característica Geral	- Momento de apreensão e compreensão da posição do aluno frente ao problema exposto - Problematização do tema - Motivar o aluno e despertar seu interesse pelo tema	- Momento de (re)organizar de forma sistemática os conhecimentos científicos necessários para a compreensão do tema e da problematização inicial	- Sistematização do conhecimento - Articulação da estrutura do conhecimento científico com as situações significativas dos temas, afim de melhor entendê-las
Culminância	- Necessidade do aluno em adquirir novos conhecimentos a respeito do tema, os quais ainda não possui	- Compreender a situação-problema através dos conceitos e teorias próprios da Ciência	- Aplicar o novo conhecimento em outras situações que podem ser explicadas pelo mesmo conhecimento

Fonte: Adaptado de Delizoicov e Angotti (1992).

Os três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti (1992) podem ser utilizados também como eixos estruturantes da programação dos conteúdos escolares a serem desenvolvidas nas disciplinas que compõem a área de Ciências da Natureza. Constituindo-se esta em mais uma possibilidade de aplicação no ensino de Ciências para a proposta dos Momentos Pedagógicos.

O mapa conceitual da figura 1 sintetiza as principais ideias destacadas até aqui no que se refere ao ensino de Ciências baseado na perspectiva curricular da abordagem temática.

Figura 1 - Um mapa conceitual relacionando a abordagem do conteúdo por meio de temáticas com outros elementos importantes no ensino de Ciências.



Fonte: Elaborado pela autora, adaptado de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018, p. 226).

5.4 O DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS DIDÁTICOS PELO PROFESSOR

A compreensão da tarefa educacional como um processo de construção concomitante da relação de ensino e aprendizagem com o conhecimento culturalmente disponível, assim como o compromisso de lidar com a complexidade das situações envolvidas e de efetivar o papel transformador da educação, levam à necessidade de construir instrumentos e aprofundar reflexões a respeito da prática pedagógica dos docentes. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018). A criação de novos instrumentos e a busca de fundamentação para o trabalho deve ser parte integrante e permanente da atividade dos professores – e pesquisadores – desenvolvida na escola.

No entanto, a situação que tradicionalmente se presencia nas escolas revela que os livros didáticos têm sido utilizados como o principal (e muitos vezes o único) material de suporte e consulta para o planejamento das aulas por parte dos professores, o que implica na imposição de um ritmo uniforme e da memorização como práticas rotineiras nas salas de aula. “[...] Os livros didáticos têm servido como verdadeiras muletas, minimizando a necessidade do professor decidir sobre sua prática na sala de aula e preparar o seu material didático”. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018, p. 227). Os referidos autores ressaltam que os livros didáticos disponíveis no mercado muitas vezes apresentam deficiências com relação ao entendimento da escrita e à utilização de ilustrações como figuras, imagens e modelos, os quais expressam representações equivocadas e distorcidas, o que dificulta a compreensão por parte dos alunos. Além disso, muitos livros são organizados seguindo sequências rígidas de informações e atividades.

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018) ressaltam que a experiência de produzir o próprio material didático não se constitui numa tarefa fácil e que os professores têm certa razão ao abrirem mão dessa responsabilidade. A realidade da educação atualmente, em especial na escola pública, nos mostra que o professor precisa cumprir uma carga horária bastante extensa, fracionada em várias escolas (três até quatro escolas diferentes), com muitas turmas e tendo, em alguns casos, que ministrar aulas de disciplinas que não pertencem à sua área de conhecimento/formação. Somado a isso, observa-se pouca valorização do trabalho docente por parte das políticas públicas na área da educação. Além de uma carga de trabalho extenuante, o salário pago aos professores está muito aquém do merecido pela classe, o que muitas vezes torna inviável a realização de cursos e programas de formação continuada por parte dos mesmos.

Nesse contexto, torna-se praticamente impossível o professor produzir o material didático necessário para a sua prática pedagógica, visto que esta é uma atividade que demanda tempo, busca de informações, trabalho de pesquisa, acesso a uma infraestrutura que disponibilize materiais para a consulta e recursos financeiros para manter uma formação continuada em serviço.

É consenso, no entanto, e vem sendo apontado por vários estudiosos e pesquisadores em educação, que a prática da construção do próprio material didático e sua implementação em sala de aula contribuem significativamente para a melhoria da prática pedagógica por parte dos professores, repercutindo conseqüentemente na qualidade do processo de ensino e de aprendizagem. Uma vez que o professor é o organizador da dinâmica do processo educativo em sala de aula, quanto maior for seu acesso às alternativas de materiais, maior será a oportunidade de encontrar os mais adequados, assumindo a responsabilidade pela escolha, pelas adaptações necessárias e pela criação de novas alternativas. Dessa forma, preservam-se a responsabilidade e o aspecto criativo e prazeroso de sua atividade.

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018) apontam como uma alternativa para auxiliar os professores na produção de materiais didáticos a organização de bancos de materiais, onde o professor tenha disponível o acesso a um conjunto de recursos didáticos que possam dar suporte teórico e metodológico ao seu planejamento e ação pedagógicos. Somado a isso, os autores destacam a necessidade da criação de um centro de apoio ao docente, com recursos de consulta, assessoria e infraestrutura, em especial para os professores das redes públicas de ensino.

Outra proposição feita por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018) refere-se à possibilidade de organizar os materiais didáticos produzidos pelos professores com base na proposta de estruturação dos três momentos pedagógicos.

Os três momentos pedagógicos têm sido um instrumento eficaz de programação, quando existem tais contatos. Sem perder de vista os objetivos a ser alcançados, tornam o planejamento dependente das interações, das respostas que surgem ao longo do caminho. Sem dúvida, eles auxiliam na produção de materiais mais flexíveis, possíveis de ser adaptados a diferentes circunstâncias. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018, p. 231).

A construção de materiais didáticos vem sendo defendida como uma alternativa na formação de professores, em especial no ensino de Ciências, também por Silva e Marcondes (2014). De acordo com os autores, essa prática pode contribuir para uma aproximação do discurso do professor à sua prática cotidiana. Os mesmos ressaltam, no entanto, que a

elaboração de materiais didáticos exige um aprofundamento teórico, assim como uma reflexão sobre os objetivos que se quer alcançar em sala de aula ao utilizar o material produzido no trabalho com o aluno.

Silva e Marcondes destacam que, ao produzir um material didático para o ensino de Ciências, o professor deve considerar principalmente fatores relacionados ao “desenvolvimento da compreensão por parte do aluno de seu papel responsável na sociedade, incluindo aspectos éticos e de valores pessoais e coletivos”. (SILVA; MARCONDES, 2014, p. 31).

Nesse contexto de produção de materiais didáticos e cursos de formação continuada podemos destacar o Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI, no qual está inserida a presente pesquisa. Este mestrado é voltado para professores de Química que atuam na educação básica e desenvolvido pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) em parceria com outras instituições associadas de ensino superior do país, como a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), por exemplo.

O PROFQUI desponta como uma oportunidade para o aperfeiçoamento profissional dos docentes por meio de formação química aprofundada e relevante ao exercício da docência. Além disso, entre seus principais objetivos está a elaboração de Produtos Educacionais pelos discentes que estão cursando o referido programa. Os Produtos Educacionais caracterizam-se pelos mais variados tipos de materiais didáticos, tais como: apostilas contendo material referente à elaboração de sequências didáticas, oficinas temáticas ou similares, jogos pedagógicos, revistas em quadrinhos, softwares educacionais, simuladores, kits de experimentos, mídias digitais, entre outros.

O PROFQUI constitui-se como uma proposta que vem para contribuir com as práticas pedagógicas no âmbito do ensino de Ciências e de Química, tanto por meio do curso de mestrado em si quanto pelos Produtos Educacionais elaborados no referido programa. Sendo que o mesmo oportunizará a elaboração e a disponibilidade de uma gama de materiais alternativos muito ricos em termos de conteúdos e atividades para auxiliar os professores da área de Ciências da Natureza que atuam na educação básica em todas as regiões do país a adotarem estratégias de ensino diferenciadas ao trabalharem os conteúdos em sala de aula.

Na pesquisa realizada para o presente trabalho, uma das etapas consistiu na elaboração, por parte da pesquisadora, de uma Oficina Temática sobre o conteúdo de Radiações e Radioatividade, a qual foi organizada tendo como base os três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti. A referida OT, quando acrescida de orientações para os professores e para os estudantes, dará origem a um material didático cujo objetivo é de

contribuir como uma proposta para o ensino de Química, em especial no tocante ao conteúdo sobre Radiações e Radioatividade e que estará disponível para ser utilizado por outros docentes. Esta OT constitui o Produto Educacional desta dissertação de mestrado no âmbito do PROFQUI.

6. ABORDAGEM DOS CONTEÚDOS SOBRE RADIAÇÕES E RADIOATIVIDADE NO ENSINO MÉDIO

O conteúdo que trata sobre Radiações e Radioatividade muitas vezes não vêm sendo trabalhado com a ênfase merecida no ensino médio, tendo em vista a sua relevância e aplicações em vários campos da sociedade.

Nos documentos legais, como as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+), na parte que trata das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (BRASIL, 2002), encontram-se recomendações para que a temática Radiações seja abordado na Educação Básica. O estudo das Radiações em seus diversos enfoques é sugerido tanto na parte das competências gerais na área da Ciência da Natureza, como nas competências específicas das disciplinas de Física e Química. Em Física este conteúdo é abordado dentro do tema estruturador “Matéria e Radiação”, subdividido nas unidades temáticas: matéria e suas propriedades, Radiações e suas interações e energia nuclear e Radioatividade. Já na disciplina de Química, o assunto aparece no tema estruturador “Energia e Transformação Química”, na unidade temática: produção e consumo de energia nuclear.

Nas escolas, normalmente, este conteúdo é abordado na segunda ou terceira série do nível médio, no final do ano letivo, de forma superficial, mais com vistas a cumprir o programa das disciplinas do que efetivamente favorecer a construção do conhecimento sobre essa temática por parte dos estudantes. Sem contar, que muitas vezes este conteúdo nem chega a ser trabalhado no Ensino Médio, por falta de tempo devido à pequena carga horária da disciplina de Química (duas horas/aula por semana ou menos) ou a insegurança do professor para abordar os referidos conceitos.

Conforme colocam Antiszko, Oliveira e Freire (2014), o ensino de Radioatividade é de grande importância no ensino de química, porém fatores como: falta de metodologias adequadas, grande quantidade de conteúdo, insegurança e falta de preparo dos professores, entre outros, inviabilizam este ensino, tornando-o esquecido diante dos demais conteúdos da disciplina de Química. Os autores ressaltam que isto é deveras lastimável, pois o trabalho sobre os conceitos de Radioatividade possibilita que o aluno reflita sobre a sociedade em que vive e construa um pensamento crítico.

Medeiros e Lobato (2010) destacam a falta de contextualização na abordagem deste conteúdo tanto nos livros didáticos quanto nos programas curriculares. Segundo os autores, a radiação nuclear é o principal conteúdo trabalhado na disciplina de Química, enquanto a

disciplina de Física apresenta principalmente o conteúdo sobre ondas eletromagnéticas, o que resulta num aprendizado incompleto sobre este conteúdo por parte dos estudantes e desvinculado de seu cotidiano. Destaca-se também a falta de diálogo entre as duas disciplinas, visto que se trabalha o conteúdo sobre Radiações de forma independente e em momentos diferentes, como se não houvesse relação nenhuma entre os conceitos que são ensinados nas aulas de Química e nas aulas de Física.

O ensino de Radiações pode ser apoiado em material didático que aborde o conteúdo de maneira contextualizada, mostrando avanços tecnológicos promovidos pela utilização das Radiações e as formas de interação com a matéria, descrevendo-as e explicando-as, diferentemente de como o conteúdo é abordado em alguns livros didáticos de Ensino Médio. [...] Algumas vezes os estudantes podem perder a oportunidade de aprender mais sobre o que ocorre no mundo que os cerca, pelo fato de os currículos de Física, Biologia e Química ou os livros didáticos, muitas vezes, não apresentarem os conteúdos de forma contextualizada. (MEDEIROS; LOBATO, 2010, p. 66).

No tocante ao material didático que trate sobre o conteúdo de Radiações e Radioatividade, percebe-se que, para além dos livros didáticos, há muito pouco material disponível em língua portuguesa com informações consistente e vinda de fontes confiáveis que atendam às necessidades dos professores, em especial do ensino médio (CARVALHO; OLIVEIRA, 2017), sendo que a maioria se encontra publicado em língua inglesa.

Ao produzir a Oficina Temática (OT) “O uso da radiação na medicina: Raios-X e Radioterapia” uma das dificuldades encontradas foi conseguir bons materiais para a realização das pesquisas e construção do material didático a ser utilizado com os estudantes durante as aulas. Sendo que a maioria dos materiais encontrados quando se busca por essa temática na *internet* são de *blogs* pouco confiáveis, apostilas de cursinhos pré-vestibulares ou trabalhos escolares de alunos, os quais podem conter erros conceituais e não possuem respaldo de nenhuma entidade científica.

Nesse sentido, no presente capítulo serão apresentados, inicialmente, alguns materiais que tratam sobre o conteúdo de Radiações e Radioatividade e trazem em sua constituição uma base conceitual de boa qualidade, provenientes de fontes confiáveis, os quais foram utilizados para a produção da referida OT. Estes materiais podem auxiliar os professores ao trabalhar sobre essa temática no ensino médio, visto que um dos objetivos do presente trabalho é contribuir com a produção de materiais didáticos para esse fim.

Num segundo momento, será realizada uma análise de alguns livros didáticos de Química adotados pela escola onde a pesquisadora atua, visando conhecer de que forma o conteúdo sobre Radiações e Radioatividade é abordado nos referidos livros e, também, tendo

como base outros trabalhos desenvolvidos nesta linha. Por fim, o capítulo trará uma revisão bibliográfica acerca dos trabalhos que foram publicados nos anais de alguns eventos regionais e nacionais de ensino de Química, Física e Ciências nos últimos dez anos (2010-2020) e que estejam relacionados ao desenvolvimento de Oficinas Temáticas sobre Radiações e Radioatividade.

6.1 MATERIAIS SOBRE RADIAÇÕES E RADIOATIVIDADE UTILIZADOS NA ELABORAÇÃO DA OFICINA TEMÁTICA

Tendo em vista a pouca disponibilidade de materiais que abordam sobre a temática Radiações e Radioatividade, em especial no ensino médio, um dos objetivos da OT desenvolvida é o de contribuir com materiais que sejam provenientes de fontes científicas confiáveis e que possam ser utilizados pelos professores ao trabalharem com essa temática, entre eles o próprio material da OT. Nesse sentido, passaremos a elencar alguns materiais que foram utilizados na elaboração da presente OT, fazendo uma breve apresentação do seu conteúdo.

Um dos livros que foi bastante utilizado pela pesquisadora e que serviu como base para o enfoque teórico e conceitual e também contemplou aspectos históricos a respeito dos conteúdos trabalhados na OT foi o de Passos e Souza (2012), intitulado “Química Nuclear e Radioatividade”. Este livro mostra, em uma linguagem fluída e acessível, os aspectos históricos, além de uma teoria aprofundada e exemplificada das propriedades e fenômenos relacionados ao núcleo atômico. Além disso, contempla várias aplicações da Radioatividade na sociedade, bem como aborda os aspectos históricos, como o lançamento das bombas atômicas e os acidentes nucleares que ocorreram pelo mundo.

Outro livro utilizado como suporte para a parte conceitual foi o livro de Química Geral de Atkins e Jones (2006). Sendo que este serviu para a pesquisadora como fonte de consulta de conceitos mais aprofundados sobre a temática e que não são contemplados em livros de Química do ensino médio. Tanto o livro de Passos e Souza (2012), quanto o de Atkins e Jones (2006), são mais voltados para estudantes do ensino superior e professores, pois não possuem uma linguagem acessível para o entendimento dos alunos de ensino médio.

Com relação às aplicações da radiação na medicina foi utilizado o livro de Carvalho e Oliveira (2017), intitulado “Aplicações da energia nuclear na saúde”, uma publicação da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – SBPC e da Agência Internacional de Energia Atômica – IAEA, na sigla em inglês. Este livro é destinado a professores e estudantes

do ensino médio e traz em seu conteúdo tópicos como: características básicas do núcleo atômico e de suas transformações, os principais radioisótopos em uso no país e o funcionamento de alguns tipos de detectores de radiação (os quais permitem identificar a presença ou exposição às Radiações ionizantes em seres humano ou no meio ambiente), usos da radiação ionizante na saúde para diagnóstico e tratamento, mitos e verdades sobre a Radioatividade, além da proposta de algumas questões para pesquisa e debate entre os estudantes e atividades simples que ilustram conceitos básicos. (CARVALHO; OLIVEIRA, 2017).

Outro material, que traz informações sobre o uso da radiação na medicina e também em outros campos da sociedade como a agricultura, a indústria e outros e que pode ser utilizado pelos professores, são as apostilas educativas que tratam sobre a energia nuclear e suas aplicações (CARDOSO, 2012) da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN. Estas apostilas apresentam o conteúdo numa linguagem acessível, com muitas ilustrações e conceitos bem desenvolvidos, tornando a leitura do material muito agradável e despertando o interesse pelos assuntos abordados. Uma das apostilas publicadas destina-se ao público infanto-juvenil, como os estudantes do ensino fundamental e médio, e a outra é mais direcionada para os docentes, abordando de forma mais profunda os conceitos sobre Radiações e Radioatividade, bem como suas aplicações nas diversas áreas da sociedade.

Para a elaboração do material da OT foram utilizados também alguns artigos publicados nas revistas Química Nova - QN e Química Nova na Escola- QNEsc. O artigo “Raios-X e Radioatividade”, escrito por Chassot (1995) apresenta a parte histórica da descoberta dos Raios-X e da Radioatividade. Nesta mesma linha podem ser citados os artigos “Marcos da história da Radioatividade e tendências atuais” (XAVIER *et al*, 2007), “O despertar da Radioatividade ao alvorecer do século XX” (LIMA; PIMENTEL; AFONSO, 2011), “A Radioatividade e a história do tempo presente” (MERÇON; QUADRAT, 2004), os quais também abordam os aspectos históricos da descoberta da radiação e da Radioatividade, relacionando a utilização das mesmas com a história da humanidade e o próprio desenvolvimento da Ciência.

Outros artigos utilizados foram: “Rádio” (AFONSO, 2010), o qual trata da descoberta do elemento químico Rádio pelo casal Curie e do fascínio causado na sociedade da época pela descoberta desse novo elemento e do fenômeno da Radioatividade; “Tecnécio – 99m” (ARAÚJO, 2005), que apresenta a utilização do elemento Tecnécio-99m no diagnóstico de patologias e disfunções dos seres vivos; “Química do tempo” (FARIAS, 2002), que trata da técnica de datação de objetos com a utilização do isótopo Carbono-14. Em todos estes artigos

encontram-se muitas informações bem relevantes que podem auxiliar o professor ao trabalhar com essas temáticas em sala de aula.

Na produção da OT muitos materiais foram encontrados em *sites* oficiais de entidades que trabalham com informações sobre Radiações, Radioatividade e radioisótopos, como o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN³, a Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN⁴, e a Agência Internacional de Energia Atômica – IAEA⁵. Foram realizadas pesquisas também no *site* do Instituto Nacional de Câncer – INCA⁶, na busca por materiais que versam sobre o tratamento do câncer através da Radioterapia e outros relacionados à temática.

Devido à impossibilidade de se realizar aulas práticas com o uso de materiais radioativos, foram utilizados recursos digitais para a realização de algumas das atividades da OT. Um destes recursos utilizados foi o simulador de experimentos de Química do Laboratório Virtual da USP – Labvirt USP⁷, o qual foi utilizado para trabalhar uma simulação sobre Raios-X e outra sobre Radioatividade. Foi trabalhado também com alguns vídeos produzidos pela Coordenação Central de Educação a Distância - CCEAD da PUC do Rio de Janeiro, como o episódio “Radioatividade”, o qual faz parte da série de vídeos sobre conteúdos de Química intitulada “Tudo se transforma: energia nuclear e impactos ambientais”⁸.

Com relação à utilização de documentários que abordam sobre a temática da Radioatividade, pode ser recomendada aos estudantes como uma atividade de pesquisa extraclasse ou mesmo como atividade em sala de aula os vídeos da série “A saga do prêmio Nobel” com os episódios “Gênios da Radiologia⁹”, e “O clã Curie – Parte I, II e III”¹⁰, os quais tratam sobre as descobertas com relação à radiação e à Radioatividade e também a trajetória de vida ligada à ciência da família Curie. Outro documentário bastante interessante que retrata a vida de Marie Curie dedicada à Ciência é o vídeo intitulado “Marie Curie:

³ (https://www.ipen.br/portal_por/portal/default.php)

⁴ (<http://www.cnem.gov.br/>)

⁵ (<https://www.iaea.org/>)

⁶ (<https://www.inca.gov.br/>)

⁷ (<http://www.labvirt.fe.usp.br/>)

⁸ (<http://research.ccead.puc-rio.br/sites/reas/video/tudo-se-transforma-energia-nuclear-e-impacto-ambiental-radioatividade/>)

⁹ (<https://www.youtube.com/watch?v=KG-wmn-cDNw>)

¹⁰ (<https://www.youtube.com/watch?v=KG9Rgp7uqhA&list=PLad2hE-7hJSsmB1yERwoPyj9pZ-EqeDC7>)

cientista, mulher e mito¹¹” apresentado no programa Simplifísica pelo professor Magno Machado do Instituto de Física da UFRGS. Nesta linha também pode ser trabalhado o filme: “Marie Curie na Guerra – Filme 2014”,¹² o qual descreve a participação de Madame Curie na Primeira Guerra Mundial. Todos estes vídeos e documentários encontram-se disponíveis na plataforma do *You Tube*, nos endereços apresentados acima.

Os professores e alunos podem também consultar como fonte de pesquisa e/ou informações o canal do Dr. Drauzio Varella, também disponível na plataforma do *You Tube*. Na referida OT foi assistido com os estudantes o vídeo “A importância da medicina nuclear¹³”, o qual apresenta uma visita realizada pelo Dr. Drauzio ao Reator Nuclear da USP, onde são produzidos vários radiofármacos utilizados em medicina nuclear para diagnóstico e tratamento de doenças, os quais são distribuídos para vários centros que trabalham com medicina nuclear no Brasil. Na mesma oportunidade o Dr. Drauzio visitou também o Centro Experimental da Marinha em Iperó/SP, onde está sendo construído o novo reator multipropósito, o qual dará ao Brasil autossuficiência na produção de radioisótopos utilizados em medicina nuclear. O canal do Dr. Drauzio Varella foi consultado também como fonte de informações a respeito do uso da radiação para diagnóstico e tratamento de doenças, como os Raios-X e a Radioterapia, por exemplo.

Outros materiais utilizados em atividades práticas durante a realização da OT foram adaptados do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência – PIBID da UFRGS (COUSSIRAT; SALGADO, 2018). Entre as atividades realizadas destaca-se o uso de analogias que mostram como a radiação do tipo Raios-X permite visualizar a estrutura óssea da mão e o jogo com miçangas para trabalhar o conceito de tempo de meia vida dos isótopos radioativos.

Todos os materiais apresentados foram selecionados de fontes confiáveis, contendo informações consistentes, os quais, agregados ao material didático produzido na OT, poderão auxiliar os professores ao trabalharem com a temática Radiações e Radioatividade durante as aulas de Química no ensino médio.

¹¹ (<https://www.youtube.com/watch?v=EmZBB8PAF78>)

¹² (<https://www.youtube.com/watch?v=Q22KBwlqW-8>)

¹³ (<https://www.youtube.com/watch?v=WFq1fL6s-rs>)

6.2 ANÁLISE DO CONTEÚDO SOBRE RADIAÇÕES E RADIOATIVIDADE EM LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA DO ENSINO MÉDIO

Com o avanço da tecnologia em todas as áreas da sociedade, inclusive na educação, as mídias digitais, em especial a internet, estão cada vez mais presentes na escola. No entanto, o livro didático ainda constitui-se como uma das principais ferramentas utilizadas tanto pelos professores quanto pelos alunos em sala de aula. Mesmo com tantos recursos pedagógicos disponíveis, os livros didáticos representam um dos mais importantes componentes do cotidiano escolar em todos os níveis de ensino. (BRASIL, 2018; MEDEIROS; LOBATO, 2010; SALGADO; BRASIL, 2018).

Nesse sentido, faz-se relevante no contexto do presente trabalho realizar uma breve análise sobre a forma como o conteúdo de Radiações e Radioatividade vem sendo abordado em alguns livros didáticos de Química do ensino médio. Para isso serão tomados como base alguns trabalhos de autores que realizaram pesquisas nessa linha de investigação, bem como será realizada uma análise em um dos livros didáticos de Química adotados na escola onde a pesquisadora trabalha como professora de Ciências e Química.

Um dos trabalhos encontrados refere-se a uma pesquisa qualitativa realizada por Márcia Brasil (2018), na qual a autora analisou como os conteúdos sobre Radiações e Radioatividade são abordados nos livros didáticos de Química do ensino médio constantes no Programa Nacional do Livro Didático – PNLD de 2015. Os aspectos analisados nos referidos LD pela autora sobre os conteúdos foram os seguintes: conceitos básicos sobre Radiações e Radioatividade, sua utilização como fonte de energia e aplicações na indústria alimentícia, farmacêutica e na área médica. Além disso, a análise também buscou avaliar o balanço positivo e negativo que é apresentado dentro do contexto em relação aos benefícios da Radioatividade para a sociedade e investigar se a abordagem adotada contribui ou não para a desmistificação do pensamento de que a Radioatividade só apresenta aspectos negativos (BRASIL, 2018).

A autora analisou de forma bastante detalhada as seguintes obras: “*Química Cidadã* (Ensino Médio)” dos autores Wildson Luiz Pereira dos Santos e Gerson de Souza Mól (SANTOS; MÓL, 2013); “*Química* (Ensino Médio)” da autora Martha Reis Marques da Fonseca (FONSECA, 2013); e, “*Química* (Ensino Médio)” dos autores Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado (MORTIMER; MACHADO, 2013). Segundo a análise realizada, as temáticas sobre Radiações e Radioatividade foram identificadas em assuntos previsíveis, como modelos atômicos, fontes de energia e usinas nucleares, e também em áreas

da Química que não se esperava, como alimentos, abordados em Química Orgânica, classificação de resíduos (inseridos na seção que trata de sistemas materiais e processos de separação de misturas), Química ambiental, energia alternativa, modelo quântico para o átomo e classificação periódica.

De acordo com Brasil (2018) e Salgado e Brasil (2018), a pesquisa realizada revelou que os livros didáticos analisados, em geral, não induzem o aluno a uma visão negativa ou preconceituosa a respeito da radiação e da Radioatividade. Pelo contrário, propiciam a construção de uma opinião individual, por colocarem tanto os aspectos positivos quanto os negativos na utilização da Radioatividade, tais como: recurso energético, medicina, alimentos e acidentes nucleares. Além disso, os referidos livros apresentam tanto o uso da Radioatividade como fonte de energia alternativa quanto os acidentes nucleares já ocorridos no mundo. A autora ressalta que a análise das três obras revelou que as mesmas “[...] apresentam uma abordagem rica em informações atuais, contextualizada, com propostas diferenciadas em relação às atividades de ensino e que são semelhantes em relação à preocupação com o meio ambiente”. (BRASIL, 2018).

Nesta mesma linha de investigação, porém com resultados um pouco diferentes dos encontrados por Brasil (2018), podemos citar o trabalho desenvolvido por Medeiros e Lobato (2010), os quais analisaram o tratamento dado à temática radiação em seis livros didáticos (LD) de Química e Física do ensino médio selecionados do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM) de 2006.

As obras de Química analisadas por estes autores foram as seguintes: “*Química*” do autor R. Feltre (FELTRE, 2004); “*Química na abordagem do cotidiano*” dos autores F. M. Peruzzo e E. L. Canto (PERUZZO; CANTO, 2003); “*Química & Sociedade*” de W. L. P. dos Santos *et al.* (SANTOS *et al.*, 2005); e “*Química*” dos autores E. F. Mortimer e A. H. Machado (MORTIMER; MACHADO, 2002). Os livros de Física analisados foram os seguintes: “*Física*” dos autores A. Máximo e B. Alvarenga (MÁXIMO; ALVARENGA, 1997) e “*Física*” de J. L. P. Sampaio e C. S. V. Calçada (SAMPAIO; CALÇADA, 1998).

Segundo Medeiros e Lobato (2010), a análise das obras de Química foi efetuada apenas em capítulos que abordam diretamente a temática radiação. Os mesmos perceberam que os livros, ao abordarem o conteúdo, tratam principalmente das Radiações nucleares, não as vinculando às ondas eletromagnéticas, as quais são apresentadas no capítulo sobre modelos atômicos. Já os livros de Física abordam principalmente alguns aspectos das Radiações eletromagnéticas.

Os autores colocam que, ao abordar o conteúdo sobre Radioatividade, em especial os assuntos fissão e fusão nuclear, os mesmos são relacionados às bombas atômicas, aos acidentes nucleares e ao problema do armazenamento do lixo radioativo, originário das usinas nucleares, o que ressalta o aspecto negativo da Radioatividade, evidenciando mais os seus malefícios do que os benefícios trazidos por ela. Além disso, embora haja exemplos de aplicações e acidentes envolvendo Radiações, eles não contribuem para o desenvolvimento de novos significados por parte dos estudantes. Ao realizarem a análise dos LD, Medeiros e Lobato (2010) ressaltam que, muitas vezes, os conteúdos sobre a temática em questão não são apresentados de forma contextualizada.

Pode-se observar que os trabalhos aqui citados trazem algumas semelhanças com relação aos resultados alcançados, como por exemplo, o fato do conteúdo sobre Radiações e Radioatividade estar presente nos LD de Química no capítulo que trata sobre os modelos atômicos, provavelmente porque as descobertas no campo das Radiações e da Radioatividade estão relacionadas com a evolução dos modelos atômicos, especialmente o modelo proposto por Ernest Rutherford e o modelo de Niels Böhr.

No entanto, percebe-se que há bastante divergência quanto aos resultados encontrados por Brasil (2018) e Medeiros e Lobato (2010). As diferenças são mais acentuadas na parte que trata sobre a relação benefícios/malefícios das Radiações apresentadas pelos LD, visto que enquanto no trabalho de Brasil (2018), a mesma argumenta que os livros não induzem o aluno a uma visão negativa ou preconceituosa a respeito das Radiações e da Radioatividade, apresentando tanto os aspectos positivos quanto os negativos, na investigação de Medeiros e Lobato (2010), é colocado que os LD ressaltam mais os aspectos negativos das Radiações e da Radioatividade em detrimento dos aspectos positivos. Outro ponto de discordância entre os referidos autores trata da questão da contextualização dos conteúdos. Enquanto Brasil (2018) afirma que os LD abordam a temática de forma contextualizada, Medeiros e Lobato (2010) apontam a falta de contextualização dos LD na abordagem de tais conteúdos.

Cabe ressaltar que Medeiros e Lobato (2010) realizaram a análise dos LD do PNLEM de 2006, enquanto que Brasil (2018) realizou uma análise de livros didáticos mais recentes, constantes do PNLD de 2015. Além disso, alguns dos livros analisados pelos primeiros autores não foram os mesmos analisados por Brasil (2018). No caso dos livros didáticos escritos por W. L. P. dos Santos *et. al.* e E. F. Mortimer & A. H. Machado, os quais foram analisados nos dois trabalhos citados, deve-se ressaltar que na análise realizada por Brasil (2018) ambos eram de edições mais recentes (2013), com informações mais atuais e

abordagens mais contextualizadas com relação às edições mais antigas (2005 e 2002, respectivamente) analisadas por Medeiros e Lobato (2010).

Outro aspecto a ser considerado é que os critérios de avaliação do PNLD tornaram-se mais exigentes e foram se aprimorando com o passar do tempo no quesito da qualidade dos LD enviados para as escolas para a escolha pelos professores. Pode-se inferir através da comparação realizada entre os dois trabalhos, que houve um significativo avanço no sentido de uma melhor qualidade em termos conceituais e de contextualização com relação à maneira como o conteúdo sobre Radiações e Radioatividade vem sendo abordado nos LD de Química publicados mais recentemente.

Kisfaludy e Recena (2014) analisaram o enfoque dado para a abordagem da temática “Radioatividade” pelos livros didáticos da disciplina de Química aprovados pelo PNLD 2012, com relação aos conceitos e contextos apresentados e a perspectiva da história na construção dos conhecimentos. As obras analisadas foram as seguintes: “*Ser Protagonista – Química – Volume Único*” do autor Julio Cezar Foschini Lisboa (LISBOA, 2012); “*Química na abordagem do cotidiano*” dos autores F. M. Peruzzo e E. L. Canto (PERUZZO; CANTO, 2010); “*Química Cidadã*” de W. L. P. dos Santos e G. Mól (SANTOS; MÓL, 2010); “*Química*” dos autores E. F. Mortimer e A. H. Machado (MORTIMER; MACHADO, 2011); e “*Química (Ensino Médio)*” da autora Martha Reis Marques da Fonseca (FONSECA, 2010). De acordo com os autores, foi possível verificar que não há um consenso, entre as obras, sobre os conteúdos referentes a esta temática. Com relação ao estudo da história da Radioatividade, os LD fazem referência a fatos históricos, porém de forma não contínua, proporcionando uma visão linear e sequencial das diferentes descobertas científicas que compõem o conhecimento sobre a temática. A pesquisa permitiu aos referidos autores concluir que a abordagem sobre Radioatividade, nos diferentes livros aprovados pelo PNLD 2012, não promove uma ligação entre a teoria e a história da construção desse conhecimento. Além disso, nem todos os autores trazem uma contextualização da utilização da Radioatividade no cotidiano do aluno.

Em outro trabalho, Silva e Neto (2012) analisaram o conteúdo de Radioatividade em livros didáticos nacionais a partir de um olhar relacionado à transposição didática. Para a realização da pesquisa, trabalharam com uma aproximação onde os livros didáticos do ensino superior representam o saber científico, por estarem mais próximos desse que os livros didáticos do ensino médio. Foram escolhidas duas obras voltadas ao ensino superior como referência e analisadas cinco obras do ensino médio publicadas entre os anos de 2002 e 2008. As análises foram feitas em busca de elementos da transposição, como acréscimos,

supressões, deformações e criações didáticas. Os autores enfatizam que os livros didáticos do Ensino Médio dedicam poucas páginas para o tópico Radioatividade, além de usar uma abordagem simplificada e sempre no início ou final dos volumes, contribuindo para a pouca atenção dada para esta temática, contrariando a recomendação dos documentos legais, como os PCN+ (BRASIL, 2002). Os mesmos ressaltam que o processo de transposição didática da Radioatividade é repleto de supressões e deformações, estas, no sentido de facilitar o tratamento dos tópicos. Esse efeito pode ser influência para o tratamento incipiente da temática na formação inicial dos professores e na sua prática docente.

Os três livros didáticos analisados no trabalho de Brasil (2018) são os mesmos adotados pelos professores na escola onde a pesquisadora atua como professora de Química e Ciências. Dentre estes, escolhemos realizar uma análise da forma como o conteúdo sobre Radiações e Radioatividade é abordado na obra “*Química Cidadã* (Ensino Médio)” dos autores Wildson Luiz Pereira dos Santos e Gerson de Souza Mól (SANTOS; MÓL, 2013) por ser o livro mais frequentemente utilizado pelos professores e alunos da referida escola.

Ao realizar a análise da referida obra verificou-se que a temática Radiações e Radioatividade é abordada de forma mais profunda nos capítulos que tratam sobre os modelos atômicos e sobre energia nuclear, conforme já se previa encontrar e que está de acordo com os resultados observados nos trabalhos desenvolvidos por Brasil (2018), Salgado e Brasil (2018) e Medeiros e Lobato (2010). Também foi encontrada menção à referida temática, embora de forma bem superficial, em alguns capítulos da obra onde não se esperava pelo tratamento a este tema, tais como: “Materiais e Processos de Separação” e “Classificação Periódica”, ambos no volume um da obra. E também, nos capítulos “Alimentos e funções orgânicas” e “Modelo quântico do átomo”, constantes no volume três. Esta constatação também foi feita por Brasil (2018) quando da realização de sua pesquisa.

No volume um da obra, a temática “Radiações e Radioatividade” é tratada de forma mais profunda no capítulo sobre modelos atômicos. Primeiramente, a temática radiação é introduzida no texto “UV: a radiação que vem do sol” (p. 145), onde são apresentados os três tipos de radiação ultravioleta (UVA, UVB e UVC), destacando os possíveis danos das mesmas para os seres vivos e enfatizando a importância do uso do protetor solar para a proteção das pessoas contra a radiação neste comprimento de onda. Depois, ao abordar o modelo atômico de Rutherford, têm-se o texto: “A Radioatividade e o átomo” (p. 153-154), o qual traz o contexto histórico da descoberta da radiação e da Radioatividade, embora de modo resumido e superficialmente. Nesta parte é apresentada a descoberta da radiação do tipo Raios-X por Wilhelm Conrad Röntgen em 1895, os experimentos realizados por Antoine

Henri Becquerel, em 1896, que lhe permitiram constatar a emissão de radiação por elementos radioativos como o Urânio, fenômeno que mais tarde receberia o nome de Radioatividade, e a descoberta dos elementos químicos Rádio e Polônio pelo casal Curie, por volta de 1898.

Mais adiante o texto apresenta a descoberta das Radiações nucleares alfa (α) e beta (β) por Rutherford (p.155) com uma figura que mostra a trajetória destas partículas ao atravessar um campo elétrico. Nas páginas 156-158, é apresentado o experimento realizado por Rutherford e seus colaboradores Geiger e Marsden sobre o espalhamento das partículas alfa, bem como se descreve o modelo atômico proposto por ele. Na página 157 um texto intitulado “A Ciência na História” conta um pouco da vida pessoal e profissional de Rutherford e de como a descoberta da Radioatividade contribuiu para a proposição do seu modelo de átomo.

Ao tratar do modelo atômico de Böhr (p.167) é apresentada a radiação na forma de ondas eletromagnéticas, com a figura do espectro eletromagnético e as respectivas Radiações que dele fazem parte. No texto é feita uma pequena menção de que as Radiações eletromagnéticas possuem diversas aplicações na sociedade, no entanto, nenhum exemplo das mesmas é citado. Somente uma pequena caixa de texto com uma figura ao final da página 169 que fala sobre um espectrômetro usado na medicina para identificar e medir os níveis de drogas no sangue de pessoas tratadas com anticancerígenos.

No capítulo referente à Classificação Periódica, especificamente no texto “Átomos de elementos sintetizados artificialmente” (p. 195), é mostrada uma foto de um equipamento utilizado na área da medicina nuclear e menciona-se o elemento radioativo Tecnécio, o qual é utilizado para a obtenção de imagens com grande detalhamento no diagnóstico de doenças.

O volume dois da obra apresenta a unidade três, a qual se intitula “Recursos energéticos e energia nuclear”. Nesta unidade a temática Radiações e Radioatividade é abordada de forma bem aprofundada no capítulo oito, o qual trata especificamente sobre energia nuclear. Neste capítulo é discutido o uso da energia nuclear como fonte de produção de energia elétrica, bem como são apresentados os riscos das usinas nucleares e da produção de lixo radioativo. São trabalhados os conceitos de Radiações e Radioatividade; fontes de radiação; histórico da descoberta da radiação, em especial os Raios-X por Röntgen, e do fenômeno da Radioatividade por Becquerel e, posteriormente, pelo casal Curie; a natureza das Radiações nucleares alfa (α), beta (β) e gama (γ), bem como suas características; outras partículas elementares e emissões radioativas; leis das desintegrações radioativas; cinética de desintegração radioativa; séries radioativas; decaimento radioativo e tempo de meia-vida (onde se cita como exemplo o isótopo radioativo Iodo-131, destacando a sua utilização em exames da glândula tireoide); e, ainda, exercícios e atividades relacionados a estes conceitos.

O capítulo apresenta uma parte bastante interessante, onde relata os efeitos e aplicações da Radioatividade na sociedade. No que tange ao enfoque dado a esta temática pelo presente trabalho, o livro analisado traz um pequeno texto intitulado “Aplicações na medicina” (pg. 286-288), onde aborda o uso de radiofármacos em medicina nuclear para o diagnóstico e tratamento de doenças, em especial o tratamento do câncer através da Radioterapia. O texto faz uma diferenciação entre a Radioterapia e a quimioterapia e explica um pouco sobre a utilização em medicina nuclear dos seguintes radiofármacos: Iodo-131, utilizado para avaliar disfunções da glândula tireoide; Samário-153, utilizado como coadjuvante no tratamento de metástase óssea; Tório- 201, empregado na detecção de obstruções das artérias coronarianas; e Gálio-67, utilizado em diagnóstico e avaliação de tumores. Apresenta, ainda, uma tabela (p. 288) com as aplicações de outros radiofármacos empregados em medicina nuclear.

Além das aplicações na área da medicina, esta parte do capítulo oito apresenta outros campos onde a Radioatividade é largamente empregada, tais como: a determinação da idade de fósseis e objetos antigos por meio da técnica da datação radioativa utilizando o isótopo do Carbono-14; o uso dos radioisótopos na agricultura; a conservação dos alimentos através do processo de irradiação; aplicações na indústria; estudos de previsão do tempo por meio do radônio atmosférico realizado pelo Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE; a utilização do contador Geiger para detectar os níveis de radiação na atmosfera, entre outros. Nas páginas 291-294, encontra-se o texto “Ciência para a paz”, o qual apresenta uma reflexão a respeito do uso da energia nuclear pela humanidade e onde se discute o uso benéfico da Radioatividade, como por exemplo, para a produção de energia nuclear, mas também os seus malefícios como as bombas atômicas lançadas durante a Segunda Guerra Mundial sobre Hiroshima e Nagasaki. Além disso, traz informações a respeito do Projeto Manhattan e, na página 292, na seção “A Ciência na História”, um pequeno texto escrito por Albert Einstein, onde o mesmo se posiciona contra as guerras e faz um apelo pela paz no mundo.

O capítulo aborda ainda aspectos sobre as reações nucleares, os processos de fissão e fusão nuclear, as usinas nucleares, os rejeitos nucleares e o tratamento e disposição dados para o lixo radioativo. Na seção “Tema em foco” (p. 300-305) discute a questão da política energética no mundo e no Brasil, destacando a importância das várias fontes de energia utilizadas atualmente pela sociedade, entre elas a energia nuclear. O capítulo termina trazendo um texto sobre os acidentes nas usinas nucleares de Chernobyl e Fukushima e o acidente radioativo de Goiânia. E, também, colocando algumas informações sobre as bombas atômicas

e a bomba de Hidrogênio. No final do capítulo (p. 311-315) são apresentados vários exercícios sobre o conteúdo abordado.

No volume três da obra, a temática Radiações e Radioatividade aparece inserida no capítulo “Alimentos e funções orgânicas”, no qual é feita uma pequena menção à esterilização por meio da irradiação como um método de conservação de alimentos, na página 95. Mais adiante, no capítulo “Modelo quântico de átomo”, a seção “Tema em foco” apresenta o texto “O microcosmo do mundo atômico: luz para uma nova visão de mundo” (p. 286-289). Neste texto é colocado sobre a descoberta da radiação do tipo Raios-X por Wilhelm Conrad Röntgen em 1895 e os experimentos realizados por Antoine Henri Becquerel, em 1896, que lhe permitiram constatar a emissão de radiação por elementos como o Urânio, fenômeno que mais tarde receberia o nome de Radioatividade. Destaca a contribuição da radiografia para a medicina ainda nos tempo de hoje, juntamente com uma figura de uma paciente realizando um exame com a utilização da técnica de Raios-X. Apresenta também o uso da energia nuclear na fabricação de bombas atômicas e menciona o acidente com a cápsula de Césio-137, ocorrido em Goiânia em 1987. Enfatiza, por outro lado, as aplicações benéficas e pacíficas que a radiação trouxe para a humanidade. No final do texto traz um questionamento para ser respondido pelos estudantes: “A Radioatividade pode provocar ou não danos à nossa saúde?”, pedindo aos mesmos para justificarem a sua resposta.

Na análise realizada na obra “*Química Cidadã*” pode-se observar que a temática trabalhada pela pesquisadora no presente trabalho apareceu de forma mais consistente inserido no capítulo do livro que se refere à energia nuclear. Cabe ressaltar, no entanto, que a nossa abordagem com relação ao conteúdo sobre Radiações e Radioatividade é um pouco diferente do que normalmente costuma se encontrar nos LD. Isso porque o presente trabalho procurou apresentar um enfoque mais contextualizado da temática, trabalhando sobre o uso da radiação e da Radioatividade para o diagnóstico e tratamento de doenças, em especial o tratamento do câncer através da Radioterapia. Já nos LD a ênfase maior é dada para a radiação nuclear, destacando as emissões alfa, beta e gama, as reações nucleares de fissão e fusão nuclear, processos de desintegração radioativa, tempo de meia-vida, energia nuclear, acidentes nucleares, bombas atômicas e outros. Sendo que o aspecto da aplicação da radiação e da Radioatividade na área da medicina é muito pouco explorado.

Nesse sentido é importante destacar o tratamento dado para esta temática pela Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2017). No documento o conteúdo sobre Radiações e Radioatividade é abordado sob o aspecto das aplicações da radiação na saúde. Este conteúdo é apresentado no nono ano do ensino fundamental, inserido na unidade

temática “Matéria e Energia” e designado como objeto de conhecimento (nova nomenclatura para designar o conteúdo a ser trabalhado) “Radiações e suas aplicações na saúde”. As habilidades a serem trabalhadas dentro deste objeto de conhecimento são designadas pelo código alfanumérico como EF09CI06 e EF09CI07, as quais são as seguintes:

EF09CI06 – Classificar as Radiações eletromagnéticas por suas frequências, fontes e aplicações, discutindo e avaliando as implicações de seu uso em controle remoto, telefone celular, Raios-X, forno de micro-ondas, fotocélulas, etc.

EF09CI07 - Discutir o papel do avanço tecnológico na aplicação das Radiações na medicina diagnóstica (Raios-X, ultrassom, ressonância nuclear magnética) e no tratamento de doenças (radioterapia, cirurgia ótica a laser, infravermelho, ultravioleta, etc). (BRASIL, 2017, p. 351).

Ao realizar uma breve análise em alguns livros didáticos de Ciências destinados ao nono ano do Ensino Fundamental constantes no PNLD de 2020, os quais já foram publicados de acordo com os objetos de conhecimento relacionados na BNCC (BRASIL, 2017), é possível observar que o conteúdo sobre Radiações e Radioatividade é trabalhado de forma bem profunda, numa abordagem contextualizada, ressaltando o aspecto das aplicações da Radioatividade e das Radiações em geral, em especial na área da saúde. Percebe-se então que o enfoque dado pelo presente trabalho ao conteúdo sobre Radiações e Radioatividade vem ao encontro das orientações estabelecidas pela BNCC e que se encontram contempladas de forma mais consistente nos LD de Ciências do ensino fundamental do que nos LD de Química do ensino médio, possivelmente devido ao fato dos últimos serem mais antigos (PNLD 2018) e não estarem ainda de acordo com a BNCC.

6.3. REVISÃO DE LITERATURA SOBRE OS TRABALHOS QUE DESENVOLVERAM OFICINAS TEMÁTICAS SOBRE RADIAÇÕES E RADIOATIVIDADE

Esta seção apresenta uma revisão bibliográfica acerca dos trabalhos relacionados ao desenvolvimento de Oficinas Temáticas sobre Radiações e Radioatividade. Para isso foi realizada uma pesquisa na base de dados do LUME - Repositório Digital da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), bem como uma busca pelos trabalhos sobre esta temática apresentados em eventos de ensino de Química, Física e Ciências promovidos em nível regional e nacional, sendo eles: Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ), Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), Encontro Estadual de Ensino de Física (EEEFis-RS), Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) e Encontro Nacional de

Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), abrangendo as edições dos últimos dez anos dos referidos eventos (2010-2020).

A pesquisa foi realizada junto a estes eventos, pois os mesmos abrangem os encontros de ensino de Química e de ensino de Física que ocorrem em âmbito regional e nacional, bem como um evento de âmbito nacional de ensino de Ciências, e, também, por se tratar de eventos renomados nas suas respectivas áreas de ensino. Por estes motivos foram escolhidos para análise nesta pesquisa.

Para a busca de referências em base de dados foi realizada uma pesquisa no LUME – Repositório Digital da UFRGS referente aos trabalhos acadêmicos publicados no período de 2010-2020, utilizando como critério de busca as palavras-chave “*Radiações*”, “*Radioatividade*”, “*Oficina Temática*”. Como resultado da busca apareceram 17 trabalhos, sendo seis relacionados ao ensino médio, cinco tratavam sobre o ensino de Química, quatro sobre o ensino de Física e um sobre o ensino de Matemática, entre outros. Foi realizada uma leitura do título completo e do resumo dos 17 trabalhos para identificar se eles realmente se referiam ao ensino de Radiações e Radioatividade por meio de Oficinas Temáticas e observou-se que, dos 17 trabalhos, somente dois atendiam aos critérios estabelecidos pela pesquisa. Os demais foram excluídos por abordarem a temática Radiações e Radioatividade, mas por meio de outras metodologias de ensino e não por OT ou por se tratar de OT, mas não sobre Radiações e Radioatividade, e, outros ainda, apesar de apresentarem alguma das palavras-chave utilizadas não atendiam a nenhum dos critérios estabelecidos para a pesquisa.

O quadro 2 apresenta a relação dos trabalhos encontrados na busca realizada no LUME que atenderam aos critérios da pesquisa, bem como uma síntese dos aspectos mais relevantes por eles abordados.

Quadro 2 - Trabalhos publicados no LUME e síntese dos aspectos de interesse (período 2010-2020).

Ano	Autores e título	Síntese dos aspectos de interesse
2013	ADOLFI <i>et al.</i> Oficina sobre Radiações: uma experiência interdisciplinar de Química e Física no âmbito do PIBID-UFRGS.	Elaboração e aplicação de uma OT interdisciplinar sobre Radiações pelos licenciandos bolsistas do PIBID para alunos do ensino médio e EJA; desenvolvimento de metodologias alternativas de ensino.
2014	OLIVEIRA. Oficina Interdisciplinar de radiações dos subprojetos PIBID/Química e PIBID/Física da UFRGS: uma proposta interdisciplinar?	Pesquisa realizada por um licenciando em Química com alunos do ensino médio para avaliar a contribuição de uma OT interdisciplinar no desempenho e motivação dos alunos para o estudo sobre Radiações.

2017	AGUIAR; PASSOS; SALGADO. As Oficinas Temáticas de Bruxaria, Ciência Forense e de Radiações do Subprojeto PIBID/Química: contribuições para o ensino de Química.	Analisa as contribuições para o ensino de Química das OT elaboradas e desenvolvidas pelos licenciandos bolsistas do PIBID junto aos alunos do ensino médio; construção de conhecimentos pelos estudantes; formação inicial docente.
------	---	---

Fonte: Banco de dados, organizados pela autora (2020)

Um dos trabalhos encontrados na busca realizada no LUME (Quadro 2) refere-se ao trabalho de conclusão de curso de Oliveira (2014), o qual procurou analisar se as atividades da Oficina Interdisciplinar de Radiações do Subprojeto PIBID/Química e PIBID/Física da UFRGS, trabalho este desenvolvido por Adolphi *et al.* (2013), favoreceram o trabalho de forma integrada dos conhecimentos físicos e químicos em sala de aula, atingindo o objetivo de proposta interdisciplinar a que se propôs. Para isso, Oliveira desenvolveu uma pesquisa qualitativa do tipo Estudo de Caso com estudantes do 1º ano do ensino médio de uma escola da rede pública estadual de Porto Alegre, os quais haviam participado da referida oficina. Como resultado do trabalho, o autor verificou que a Oficina Temática sobre Radiações atingiu o objetivo de atividade interdisciplinar e de motivar os estudantes com relação ao estudo deste conteúdo. Este trabalho, embora tenha como enfoque a temática Radiações e Radioatividade, difere do nosso pela dinâmica e metodologia de ensino adotadas.

O outro trabalho encontrado refere-se a um resumo publicado por Aguiar, Passos e Salgado (2017) no XIII Salão de Ensino da UFRGS. Este trabalho analisa as contribuições para o ensino de Química das oficinas temáticas desenvolvidas pelo PIBID/Química da UFRGS, sendo elas: Oficina Temática de Bruxaria, Ciências Forenses e Radiações. Segundo as autoras, o trabalho com OT visa favorecer estratégias para a construção do conhecimento em torno de temáticas que facilitam a compreensão e apropriação dos diferentes saberes disciplinares envolvidos no assunto escolhido, tendo apresentado resultados muito positivos, pois além do caráter lúdico, elas possibilitam a construção do conhecimento tanto para os alunos quanto para os futuros docentes (no caso os bolsistas do PIBID) que elaboraram e aplicaram as referidas oficinas.

Na mesma pesquisa realizada no LUME, porém no ícone “Eventos UFRGS” > “Salão de Ensino” encontramos o trabalho desenvolvido por Adolphi *et al.* (2013), o qual foi premiado em sua apresentação no IX Salão de Ensino, evento promovido anualmente pela instituição. Trata-se de uma Oficina sobre Radiações desenvolvida de forma interdisciplinar pelos alunos bolsistas da Licenciatura em Química e da Licenciatura em Física do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência - PIBID da UFRGS. A oficina foi desenvolvida e aplicada

em quatro escolas públicas estaduais de Porto Alegre ao longo do ano de 2013, com turmas do ensino médio regular e EJA. Dentro da temática “Radiações”, a oficina englobou a parte sobre ondas eletromagnéticas e Radioatividade, com a realização de experimentos na forma de analogias (visto não ser possível utilizar materiais radioativos) sobre decaimento radioativo, utilização de Raios-X como técnica de diagnóstico de doenças e datação de fósseis e objetos antigos por Carbono-14. A proposta desta OT era desenvolver um trabalho interdisciplinar, integrando os conhecimentos das disciplinas de Química e Física no estudo dos conceitos relacionados às Radiações e à Radioatividade, visto ser esta uma temática que se encontra na interface das duas disciplinas. Este trabalho também se encontra descrito no quadro 2.

Entre os trabalhos selecionados na realização da pesquisa no LUME, este é o que mais se aproxima das características do nosso trabalho, pois se relaciona exatamente com o desenvolvimento de uma OT sobre Radiações, inclusive pelas atividades realizadas como o uso de analogias que mostram como a radiação do tipo Raios-X pode ser utilizada como técnica de diagnóstico de doenças e o jogo com miçangas para trabalhar o conceito de decaimento radioativo e tempo de meia vida, as quais também foram desenvolvidas em nossa OT. Embora o enfoque dado pela oficina desenvolvida por Adolfi *et al.* (2013) para a temática Radiações seja um pouco diferente do que aquele dado pelo presente trabalho, o qual enfatizou as aplicações da radiação e da Radioatividade para diagnóstico e tratamento de doenças.

Com relação à busca por trabalhos acadêmicos realizada nos anais de alguns eventos de ensino de Química, Física e Ciências, iniciamos a pesquisa pelo Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ), um evento anual promovido pela comunidade de ensino de Química, especialmente aquela localizada na região sul do Brasil. Caracteriza-se como um dos mais antigos encontros promovidos na área de pesquisa em ensino de Química do país, ocorrendo desde 1980. Realizando uma busca nos anais das edições dos últimos dez anos deste evento, foram encontrados os trabalhos publicados nas edições de 2012 a 2018, visto que a edição de nº 30 (2010) não possui anais disponíveis para a consulta, na edição de nº 31 (2011) os anais não foram localizados, pois não estão disponíveis nas páginas da internet do evento e a edição de nº 39 (2019) ainda não tinha seus anais publicados, na época da realização deste levantamento. Para a realização da pesquisa foram considerados os seguintes critérios de busca: palavras-chave “Radiações”, “Radioatividade” e “Oficina Temática”, bem como a leitura dos títulos completos e dos resumos dos trabalhos obtidos.

No resultado da busca não foi encontrado nenhum trabalho que se referisse à realização de oficinas temáticas sobre Radiações e Radioatividade. Foram identificados 27 trabalhos que aplicaram a estratégia de ensino por meio de oficinas temáticas, porém sobre outros temas e 10 trabalhos que eram sobre o ensino de Radiações e Radioatividade, mas não se relacionavam a aplicação de Oficinas Temáticas. A relação dos trabalhos encontrados e uma síntese dos aspectos de interesse são apresentados no quadro 3.

Quadro 3 - Trabalhos publicados nos EDEQs e síntese dos aspectos de interesse (período 2010-2020).

Autor e título da publicação	Síntese dos aspectos de interesse
32º EDEQ – 2012	
SCHRÖDER <i>et al.</i> Energia nuclear na educação escolar: tema proposto para a educação básica no âmbito do PIBID- Química/UFPel.	Oficina sobre energia nuclear desenvolvida com alunos do EM. Planejada a partir de uma exposição sobre o ano internacional da Química, contou com slides, vídeos, jogos e um júri simulado.
STUMPF <i>et al.</i> Júri químico – os prós e os contras da Radioatividade: uma atividade realizada no âmbito do PIBID.	Realização de um júri simulado com alunos do EM sobre os benefícios e os malefícios que a Radioatividade oferece aos seres humanos e ao meio ambiente.
33º EDEQ – 2013	
SALGADO; SILVA. Oficinas interdisciplinares: integrando o PIBID Química e o PIBID Física na UFRGS.	Oficinas Interdisciplinares sobre Radiações e Fotografia desenvolvidas pelos bolsistas do PIBID com alunos do EM e EJA de escolas públicas de Porto Alegre/RS.
34º EDEQ – 2014	
PEDROLO <i>et al.</i> Recurso audiovisual para o Ensino de Química: proposta de atividade interdisciplinar em prol da formação docente.	Produção de material didático digital interdisciplinar em forma de vídeo aula sobre a temática Radioatividade produzido pelos bolsistas do PIBID para alunos do EM.
35º EDEQ – 2015	
RAULINO; MOTA; MARTIN. Uso do RPG como recurso didático para o ensino de Radioatividade no ensino médio.	Jogo de representações de papéis – RPG para trabalhar conceitos sobre Radioatividade com alunos do EM.
36º EDEQ – 2016	
MOTA; PASTORIZA; SANGIOGO. O uso de filmes de ficção científica sobre Radioatividade no Ensino de Química.	Utilização do filme de ficção científica “ <i>Além da escuridão</i> ” (<i>Star Trek</i>) para abordar o conteúdo de Radioatividade com estudantes do EM.
37º EDEQ – 2017	
PACHECO <i>et al.</i> Interdisciplinaridade: uma proposta no ensino de Ciências	Desenvolvimento de uma sequência didática numa abordagem interdisciplinar a partir da situação-problema: “ <i>De que forma a radiação solar está inserida no cotidiano da sociedade gaúcha?</i> ” voltada para alunos do EM.

PASSOS <i>et al.</i> Uso de textos de divulgação científica no estudo da Radioatividade: um relato de estágio de docência em Química.	Leitura de textos de divulgação científica extraído de livros como: “ <i>Uma breve história da ciência</i> ”, “ <i>Para gostar de ler a história da Química</i> ”, “ <i>A colher que desaparece</i> ” e “ <i>O sonho de Mendeleiev</i> ” para trabalhar conceitos sobre Radioatividade com discentes do EM.
38º EDEQ – 2018	
COUSSIRAT; SALGADO. Elaboração de materiais didáticos para o ensino de Radioatividade na estratégia de Rotação por Estações.	Produção de materiais didáticos como: jogo de tabuleiro, jogo de miçangas, simulação de revelação de radiografias com luz visível e maquetes do experimento de Rutherford para o ensino de Radioatividade na Estratégia de Rotação por Estações (RPE) no nível médio.
39º EDEQ – 2019	
COUSSIRAT; SALGADO. Aplicação da estratégia Rotação por Estações para o ensino de Radioatividade em um espaço não-formal de aprendizagem.	Aplicação da estratégia de Rotação por Estações para trabalhar conceitos de Radiações e Radioatividade em uma “ <i>Homeschool</i> ”, para alunos de faixas etárias diferentes e professores de áreas do conhecimento distintas, na cidade de Porto Alegre/RS.

Fonte: Banco de dados, organizados pela autora (2020).

Dos 10 trabalhos encontrados que tratavam sobre o ensino de Radiações e Radioatividade, mas não relacionados à aplicação de OT, nove destinam-se para o ensino médio e um para um espaço não-formal de aprendizagem, sendo que sete eram voltados para o ensino de Química e três para o ensino de Química e Física de maneira conjunta. Quatro foram desenvolvidos por bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência – PIBID. A seguir passaremos a analisar brevemente os aspectos mais relevantes de cada um desses trabalhos.

O trabalho de Schröder *et al.* (2012) refere-se ao planejamento e desenvolvimento de uma oficina sobre energia nuclear para alunos do ensino médio de uma escola da rede pública estadual de Pelotas/RS, pelos acadêmicos bolsistas do PIBID/Química da UFPel. A oficina foi planejada a partir de uma exposição sobre o ano internacional da Química e desenvolvida em cinco etapas, com uso de slides, vídeos, um jogo e um júri simulado. Abordou aspectos relacionados com as aplicações da energia nuclear, como na produção de energia elétrica, na medicina para o diagnóstico e tratamento de doenças (entre elas o câncer, por meio da Radioterapia), na indústria, na agricultura e também apontou os riscos do uso da energia nuclear. O objetivo da oficina foi envolver os alunos de forma dinâmica, visando levá-los a contextualizar a temática com o cotidiano e associá-la com os conteúdos químicos.

No trabalho desenvolvido por Stumpf *et al.* (2012) foi realizado um júri simulado acerca dos benefícios e malefícios que a Radioatividade oferece aos seres humanos e ao meio

ambiente. A estratégia de ensino foi aplicada aos alunos do ensino médio de uma escola estadual da cidade de Porto Alegre pelo professor regente, juntamente com os bolsistas do PIBID/Química da PUC/RS, com o intuito de facilitar a compreensão dos alunos e despertar nos mesmos maior interesse e desejo de aprendizagem por esse conteúdo. Além disso, a atividade realizada tinha como objetivo mesclar um conteúdo específico do currículo com um fato histórico e cultural que tinha acontecido recentemente na esfera mundial - o acidente nuclear da usina de Fukushima no Japão, a fim de que os estudantes não ficassem à margem dos acontecimentos, mas que pudessem entendê-los e se posicionassem a respeito deles.

Salgado e Silva (2013) relatam o trabalho realizado por meio das Oficinas Interdisciplinares desenvolvidas em conjunto pelos subprojetos Química e Física do PIBID/UFRGS, buscando preparar os futuros docentes para a atuação interdisciplinar. As oficinas foram aplicadas aos alunos do ensino médio regular e EJA de escolas estaduais da rede pública de Porto Alegre e trataram sobre os temas Radiações e Fotografia. Por abordar a mesma temática do presente trabalho, destacaremos alguns aspectos sobre a oficina de Radiações. Esta oficina foi dividida em duas partes: primeiramente foi trabalhado sobre as Radiações eletromagnéticas, com a realização de experimentos de decomposição da luz branca e simulação de uma radiografia da mão feita com luz visível; e, em um segundo momento, foram trabalhados conceitos básicos sobre Radioatividade: decaimento radioativo, atividade e meia-vida, além da realização de um jogo com miçangas para estudar o conceito de tempo de meia-vida. Segundo as autoras, os resultados obtidos com as oficinas são satisfatórios, visto que as mesmas possibilitaram a qualificação dos bolsistas e proporcionaram aos alunos das escolas a compreensão de fenômenos a partir da integração de conceitos de Química e Física e de uma abordagem diferenciada das aulas tradicionais.

Em seu trabalho, Pedrolo *et al.* (2014) apresentam uma experiência de ensino vivenciada por bolsistas do PIBID/Química, os quais desenvolveram um material didático digital interdisciplinar por meio de uma videoaula sobre o conteúdo de Radioatividade, voltada para alunos do ensino fundamental e médio. O material produzido consiste em um programa com características de telejornal e de um talkshow, onde foram entrevistados alguns figurantes (acadêmicos pibidianos) que representavam o papel de um professor de Química, de um sobrevivente do ataque nuclear a cidade de Hiroshima durante a Segunda Guerra Mundial e da famosa cientista polonesa Marie Curie. Durante as entrevistas são abordados conhecimentos teóricos a respeito da Radioatividade, bem como aspectos relacionados com a aplicação da mesma na saúde e na tecnologia, como, por exemplo, o uso da radiação no combate de tumores e o desenvolvimento de roupas especiais contra a radiação. Concluíram

que esta metodologia pode auxiliar no processo de aprendizagem dos estudantes, além de contribuir com o processo de formação dos acadêmicos, oportunizando novas maneiras de ensinar e aprender.

Nesta mesma linha de produção de recursos didáticos, Raulino, Mota e Martin (2015), elaboraram e aplicaram um jogo de representação de papéis (RPG) para o ensino de Radioatividade com uma turma de alunos do terceiro ano de um curso Técnico em Informática de um Instituto Federal, em Santa Catarina. Os conteúdos escolhidos para serem abordados foram os prós e contras à saúde e ao meio ambiente, vantagens e desvantagens das usinas nucleares, história do uso da Radioatividade, datação de fósseis e tempo de meia-vida. Os alunos deveriam interpretar quatro papéis (profissões) no decorrer do jogo, sendo estes os de médico e ambientalista, engenheiro eletricitista, historiador e paleontólogo. As situações-problema que os discentes deveriam resolver enquanto em seus papéis consistiam em um problema mecânico, ingestão de medicamentos a base de Rádio e vazamento/acúmulo de material radioativo no meio ambiente. O RPG se mostrou bastante produtivo, pois durante as narrativas os estudantes conseguiram tomar decisões bastante coerentes, demonstrando evidências de aprendizagem.

Outra estratégia que pode ser utilizada para o ensino do conteúdo de Radioatividade é apresentada por Mota, Pastoriza e Sangiogo (2016), a qual se refere à utilização de filmes de ficção científica como forma de contextualizar esse conteúdo em sala de aula. Os autores relatam o trabalho com o filme *Além da Escuridão (Star Trek)*. Segundo eles, o uso de filmes de ficção científica vem sendo apontado como um ótimo recurso para aprendizagem na área das ciências uma vez que, com essas discussões, pode gerar interesse sobre a temática e problematizações, aguçando a motivação dos alunos.

Pacheco *et al.* (2017) relatam uma proposta de trabalho numa abordagem interdisciplinar e contextualizada entre a radiação solar e o cotidiano da sociedade gaúcha. Para tal foi aplicada uma sequência didática que partiu da seguinte situação-problema “*De que forma a radiação solar está inserida no cotidiano da sociedade gaúcha?*”, que procurou discutir os hábitos e a cultura do povo gaúcho e de que forma isso está relacionado com os índices de câncer de pele na população do sul do país. A sequência didática envolveu os componentes curriculares de Química, Física, Biologia, História, Geografia, Matemática e Português e teve como recursos avaliativos o uso de mapas conceituais e diário de bordo. A referida sequência didática foi aplicada para os alunos do primeiro ano do ensino médio de uma escola estadual do município de Alegrete/RS.

A proposta de ensino apresentada por Passos *et al.* (2017) consiste na realização de leituras de textos de divulgação científica em sala de aula para trabalhar o conteúdo sobre Radioatividade. Para tanto foram utilizadas questões norteadoras, organizados seminários temáticos e proporcionados diálogos interativos em sala de aula. Os textos trabalhados foram extraídos de livros como “Uma breve história da ciência”, “Para gostar de ler a história da Química”, “A colher que desaparece” e “O sonho de Mendeleiev”. A atividade foi desenvolvida com alunos do primeiro ano do ensino médio de uma escola pública do interior do RS.

O trabalho de Coussirat e Salgado (2018) consiste na produção de materiais didáticos desenvolvidos para subsidiar o ensino de Radioatividade para estudantes do ensino médio de escolas públicas estaduais situadas no município de Porto Alegre/RS. Os materiais didáticos foram construídos para compor as estações de aprendizagem apresentadas na estratégia de Rotação por Estações, a ser utilizada na proposta de aplicação do Ensino Híbrido. Os conceitos a serem abordados sobre o conteúdo de Radioatividade são: meia-vida, datação com Carbono-14, contexto histórico das descobertas no campo das Radiações e Radioatividade, desintegração radioativa e Raios-X. Para isso alguns dos materiais desenvolvidos foram: jogo de tabuleiro sobre desintegração radioativa, simulação de revelação de radiografia feita com luz visível, jogo de miçangas para trabalhar o conceito de meia-vida e maquete da aparelhagem que simula o experimento de Rutherford sobre o espalhamento das partículas alfa.

Da edição de nº 39 (2019) do EDEQ tivemos acesso a um dos trabalhos apresentados, mesmo sem a publicação dos anais do referido evento, pelo fato de uma das autoras ser a orientadora do presente trabalho. Trata-se da proposta de Coussirat e Salgado (2019), a qual se refere à aplicação da estratégia de Rotação por Estações para trabalhar conceitos de Radiações e Radioatividade num espaço não-formal de aprendizagem, como as “*Homeschools*”, para alunos de faixas etárias diferentes e professores de áreas do conhecimento distintas. A referida proposta foi aplicada na forma de estações de aprendizagem em uma “*Homeschool*” na cidade de Porto Alegre/RS.

O Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) foi realizado pela primeira vez em 1982, na Faculdade de Educação da Unicamp, sob a coordenação das professoras Roseli Pacheco Schnetzler e Maria Eunice Ribeiro Marcondes. Desde então, este evento bianual da Divisão de Ensino da Sociedade Brasileira de Química tem estimulado a área de pesquisa em ensino de Química no Brasil e contribuído para a sua consolidação. Realizou-se uma busca nos anais das edições do evento realizadas na última década, utilizando-se como critérios para

a pesquisa as palavras-chave “Radiações”, “Radioatividade” e “Oficina Temática”, além da leitura do título completo e dos resumos dos trabalhos de interesse.

Não encontramos nenhum trabalho que se referisse à realização de uma Oficina Temática sobre Radiações e Radioatividade. Apareceram 39 trabalhos que eram oficinas temáticas sobre outras temáticas que não Radiações e Radioatividade e 37 trabalhos que tratavam sobre Radioatividade e Radiações, mas não eram por meio de Oficinas Temáticas.

No tocante às Oficinas Temáticas, cabe destacar que as mesmas caracterizam-se como uma estratégia de ensino concebida originalmente pelo GEPEQ – Grupo de Pesquisa em Educação Química do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (USP), com o objetivo de divulgar a Química para alunos do ensino básico e promover Alfabetização Científica e Tecnológica por intermédio das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – CTSA, sendo coordenadas pela professora Maria Eunice Ribeiro Marcondes. Para a elaboração de uma OT, são selecionadas temáticas que possibilitam a discussão de situações relacionadas à ciência e tecnologia que sejam próximas dos estudantes.

Ao realizar a busca nos anais dos ENEQs encontramos algumas OT desenvolvidas pelo grupo de pesquisa da professora Marcondes, as quais contaram com a participação da mesma. No XVI ENEQ (2012) encontramos um trabalho que se referia a OT “Química na cozinha” de Marcondes *et al.* (2012); no XVII ENEQ (2014) foi encontrado um trabalho que relatava a realização de duas OT: “Tem química na cozinha?” e “Água e vida” de Souza *et al.* (2014); e, no XVIII ENEQ (2016) foi encontrado o trabalho referente à OT “Energia e Sustentabilidade” de Nascimento *et al.* (2016).

Dos trabalhos que tratavam sobre Radiações e Radioatividade, sem se referirem à OT, 29 eram voltados para o ensino médio, quatro para o ensino superior, um para a educação de jovens e adultos (EJA), um para o ensino técnico profissionalizante, um referente a uma dissertação de mestrado e um que tratava de uma entrevista com professores do ensino médio. Com relação à área de ensino, 30 eram ligados ao ensino de Química, um ao ensino de Física, dois ao ensino de Química e Física e quatro apresentavam caráter interdisciplinar, agregando as disciplinas de Química, Física, Biologia, História entre outras. Entre os trabalhos analisados, sete resultaram de trabalhos desenvolvidos no âmbito do PIBID.

A relação dos trabalhos encontrados e uma síntese dos aspectos de interesse são apresentados no quadro 4. A seguir passaremos a analisar brevemente os aspectos mais relevantes de cada um desses trabalhos, salientando que nenhum trabalho sobre a temática Radiações e Radioatividade foi encontrado na edição do XIX ENEQ (2018).

Quadro 4 - Trabalhos publicados nos ENEQs e síntese dos aspectos de interesse (período 2010-2020).

Autor e título da publicação	Síntese dos aspectos de interesse
XV ENEQ – 2010	
MATEUS; PORTO; FANTINI. A história química da radioatividade: incluindo fenômenos em uma abordagem histórica dos modelos atômicos.	Estudo de caso sobre a temática Radioatividade e modelos atômicos com produção de clipes de vídeos sobre as investigações de Becquerel com os sais de urânio e o experimento de Rutherford sobre o espalhamento das partículas alfa.
SILVA; AQUINO. A importância do estudo de partículas subatômicas como ferramenta na compreensão de decaimentos radioativos.	Intervenção pedagógica sobre o estudo do modelo padrão e física de partículas subatômicas. Atividade em grupo com alunos do EM sobre o processo de decaimento radioativo do radioisótopo Trítio.
SANTOS <i>et al.</i> A radioatividade: uma perspectiva de contextualização na aula de Química.	Contextualização do conteúdo sobre Radioatividade com alunos da EJA utilizando como tema o acidente radiológico do Césio-137 ocorrido em Goiânia-GO em 1987.
CRUZ; SOARES; MESQUITA. Elaboração de curtas metragens no Ensino Médio: usando o cinema para abordar temas sobre radioatividade em sala de aula.	Elaboração de filmes de curta-metragem sobre a temática Radioatividade pelos alunos do EM com a utilização do recurso Windows Movie Maker. Realização de festival na escola para exibição dos filmes produzidos.
HYPPÓLITO; CUNHA; GARCÊS. Estudo da radioatividade no ensino médio tomando como partida a história e pesquisa da física Marie Curie.	Aborda os principais conceitos relacionados à Radioatividade com base na pesquisa de Marie Curie com a <i>uranita</i> e os elementos descobertos por ela: Polônio e Rádio. Ressalta a importância dos dois prêmios Nobel conquistados por ela.
NASCIMENTO <i>et al.</i> Estudo de caso no ensino de Química: radioatividade.	Estudo de caso baseado no estudo da viabilidade ambiental das usinas nucleares. Aborda os conteúdos sobre modelos atômicos, estrutura do átomo e Radioatividade com alunos do EM. Objetivo: despertar a consciência ambiental.
SANTOS <i>et al.</i> Mapa conceitual: estratégia de ensino para relacionar os conceitos de uma unidade didática.	Elaboração de uma unidade didática sobre Radioatividade norteada pelo tema social “os acidentes nucleares da história”, utilizando como estratégia o desenvolvimento de mapas conceituais pelos alunos do EM.
CORTEZ <i>et al.</i> Uma visão química contextualizada das guerras e radioatividade.	Desenvolvimento de uma unidade didática sobre o tema “Uma visão química contextualizada das guerras e radioatividade”. Análise do poema Rosa de Hiroshima e experimento sobre a composição química do palito de fósforo.
XVI ENEQ – 2012	
SILVA; CAMPOS; ALMEIDA. O ensino e aprendizagem de radioatividade: análise de artigos em periódicos nacionais e internacionais.	Análise de artigos referentes ao ensino e aprendizagem de Radioatividade em periódicos nacionais de ensino de Ciências, Química e Física e internacionais do ensino de Ciências e Química, entre os anos de 1990 a 2012.
REIS; OLIVEIRA; SILVA. Contribuições da radioatividade para o desenvolvimento das teorias atômicas de Thomson a Rutherford: um debate histórico epistemológico no ensino de Química.	Importância da Radioatividade na construção dos modelos atômicos de Thomson e Rutherford. Levantamento dos artigos que abordam a temática Radioatividade na revista Química Nova na Escola.

RODRIGUES <i>et al.</i> Divulgação científica na formação docente: uma experiência com o tema radioatividade e energia nuclear.	Produção de inserções radiofônicas (<i>spots</i>) e construção de um <i>blog</i> sobre Radioatividade e energia nuclear pelos acadêmicos do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza – Habilitação em Física, do Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Araranguá.
TEIXEIRA <i>et al.</i> Radioatividade: uma lacuna na formação dos licenciandos do IQ/UnB.	Desenvolvimento de um minicurso como tentativa de sanar a lacuna no tocante aos conhecimentos sobre Radioatividade identificada na formação dos acadêmicos do curso de Licenciatura em Química da Universidade de Brasília – Campus Darcy Ribeiro no Distrito Federal.
UCHÔA; JUNIOR; FRANCISCO. Produção e avaliação de uma história em quadrinhos para o ensino de Química.	Elaboração e aplicação de uma história em quadrinhos para o ensino de Radioatividade, com o intuito de avaliar o modo de leitura dos estudantes do EM, bem como o uso da HQ enquanto proposta dinâmica e lúdica de aprendizado.
JACOB; MESSEDER. Radioatividade a partir de vídeos educativos: propostas para aulas de Química.	Estratégia didática de produção de materiais midiáticos (DVD) contendo vídeos educativos que exploram temas sociais relacionados com Radiações químicas numa abordagem CTS. Direcionado para alunos do EM.
VARÃO <i>et al.</i> A utilização de seminário na abordagem da radioatividade dentro das atividades do PIBID.	Utilização de seminários para abordar sobre Radioatividade em sala de aula com estudantes do EM, produzidos e ministrados pelos bolsistas PIBID/Química.
SILVA; NETO. A radioatividade nos livros didáticos do Ensino Médio – Um olhar utilizando elementos de transposição didática.	Análise do conteúdo de Radioatividade em livros didáticos nacionais do EM a partir de um olhar relacionado à transposição didática, tomando como referência dois livros destinados ao ensino superior.
FARIA <i>et al.</i> O PIBID/Química UEL – Um relato de experiência na escola: abordando o tema radioatividade.	Desenvolvimento de atividades denominadas de Fichas de Aula Dialogadas – FAD sobre o conteúdo de Radioatividade com alunos do EM pelos bolsistas do PIBID/Química.
XVII ENEQ – 2014	
GUIMARÃES. 80 Anos sem Marie Curie: abordagem investigativa no filme: “Madame Curie” para contextualização histórica no ensino de radioatividade para alunos da 2ª série do ensino médio.	Abordagem investigativa no estudo da Radioatividade por meio do filme Madame Curie, de 1943, com alunos da 2ª série do ensino médio.
CAMPOS; SILVA; ALMEIDA. Resolução de uma situação-problema sobre radioterapia no ensino superior de Química.	Sequência didática onde foi proposta uma situação-problema sobre Radioterapia para a construção de conceitos relacionados à Radioatividade. A intervenção ocorreu por meio de um minicurso ministrado para estudantes do ensino superior.
MELLO; CHACON. Baralho radioativo: a aplicação de uma ferramenta lúdica contribuindo para uma metodologia de ensino baseada na Epistemologia da Prática.	Jogo lúdico intitulado “Baralho radioativo” desenvolvido no estilo “canastra” com o objetivo de formação das quatro séries de decaimento radioativo, voltado para alunos do EM.
CRUZ; SOARES. H’Química – Radioatividade e Quadrinhos	Estudo de caso onde foi proposta a elaboração de histórias em quadrinhos tendo como temática central a Radioatividade. Trabalho interdisciplinar desenvolvido

	com alunos do EM.
VASCONCELOS; LEÃO; ARROIO. Produção de vídeos sobre cientistas na área de Química: possibilidades de desenvolvimento da alfabetização midiática.	Produção de vídeos sobre os cientistas Henri Becquerel, Marie Curie, Wilhelm Conrad Röntgen, Antoine Laurent Lavoisier e Alfred Nobel por acadêmicos do curso de Licenciatura em Química.
LOVATE; WELSS; VOGEL. Atividades lúdicas e sala de aula: uma possibilidade para o ensino.	Jogo denominado Júri-simulado para abordar sobre radiação. A metodologia utilizada teve como intuito promover interações entre os alunos do EM por meio de um processo conhecido como “simulação do cotidiano”.
SOUSA; SOARES. Expressão corporal de professores e alunos em uma aula de Química: o jogo teatral no ensino de radioatividade.	Trabalho com o conceito de período de semidesintegração radioativa por meio de um jogo teatral com uma turma de estudantes da terceira série do ensino médio.
ANTISZKO; OLIVEIRA; FREIRE. Como os professores da cidade de Ponta Grossa e região trabalham o conteúdo de radioatividade.	Aplicação de um questionário para os professores de Química com o objetivo de saber se e como os mesmos abordam o conteúdo sobre Radioatividade em sala de aula com os estudantes do ensino médio.
KISFALUDY; RECENA. Abordagem da Radioatividade nos livros didáticos de Química aprovados pelo PNLD 2012.	Investigação sobre como a temática “Radioatividade” é abordado nos LD de Química, aprovados pelo PNLD 2012, com relação aos conceitos e contextos apresentados e a perspectiva da história na construção dos conhecimentos.
XVIII ENEQ – 2016	
COSTA; PINHEIRO; MORADILLO. A radioatividade nos livros didáticos do PNLD 2015: uma análise crítica no PIBID/Química.	Investigação sobre como é tratado o conteúdo sobre Radioatividade nos livros didáticos de Química aprovados pelo PNLD de 2015. Atividade realizada pelos bolsistas PIBID.
SANTANA; ALMEIDA; AQUINO. Elementos químicos em destaque: uma proposta de ferramenta tecnológica para o ensino dos elementos químicos e suas aplicações dentro de uma estrutura de hipertexto.	Elaboração da ferramenta digital “ <i>Elementos Químicos em Destaque</i> ” e aplicação com alunos do EM para trabalhar sobre os radioisótopos naturais.
TONETTO. Mme Curie e o estudo da Radioatividade nos livros didáticos.	Estudo sobre a biografia de Marie Curie, o qual serviu de base para a produção de um texto sobre a vida da cientista utilizado em uma sequência didática para abordar conceitos referentes à Radioatividade. Trabalho com alunos do EM.
SILVA <i>et al.</i> O desenvolvimento de uma sequência didática sobre radioatividade e o envolvimento do aluno no processo de ensino-aprendizagem.	Sequência didática para trabalhar conceitos sobre Radioatividade com alunos do EM. Trabalho realizado no âmbito do PIBID.
SEIXAS; CUNHA; GONZALEZ. O ensino de radioatividade em seu contexto histórico com ênfase na área da saúde, sob a perspectiva da Pedagogia Histórico-Crítica.	Trabalho por meio de uma contextualização social, através do tema “ <i>A Radioatividade e suas aplicações na área da saúde</i> ”, enfatizando o uso da radiação no tratamento do câncer, por meio da Radioterapia. Desenvolvido com alunos do EM.

COSTA; MELO; MARCELINO. Radioatividade em aulas de Química: uma abordagem CTS.	Abordagem da temática Radioatividade com enfoque no movimento CTS, com vistas a melhorar o entendimento dos alunos do EM sobre as transformações científicas e tecnológicas, bem como sobre os benefícios e malefícios que a Radioatividade pode acarretar.
PASSOS <i>et al.</i> Radioatividade em foco: o que os estudantes do ensino médio pensam/sabem sobre o tema?	Análise das concepções dos estudantes do EM acerca da Radioatividade. Desenvolvimento de uma Situação de Estudo denominada “ <i>Radioatividade: quem disse que só faz mal?</i> ”. Apresentação de seminários e júri químico no contraturno pelas turmas envolvidas.
FERNANDES; CAMPOS. Radioatividade no ENEM: análise das questões.	Análise das características das questões sobre a Radioatividade no ENEM, nas edições de 1998 a 2015 do exame.
MATOS; SCHUINDT; LORENZETTI. Recursos didáticos no ensino de Química: analisando a temática radioatividade nos livros didáticos.	Identificam a presença de recursos didáticos e a forma de apresentação dos mesmos nos livros didáticos de Química do EM do PNL D 2015 para a temática Radioatividade.
RODRIGUES; RIBEIRO. Sequência didática interdisciplinar com enfoque CTSA para o estudo da radioatividade e energia nuclear.	Desenvolvimento de uma sequência didática interdisciplinar com enfoque CTSA para abordar conteúdos relacionados à Radioatividade e ao uso da energia nuclear com estudantes do EM.
AMORIM; ESTEVÃO. Utilização de jornal didático como metodologia alternativa para o ensino da temática radioatividade.	Elaboração do jornal didático intitulado “ <i>A Voz da Ciência</i> ” para trabalhar o conteúdo sobre Radioatividade numa perspectiva CTS com discentes do EM.

Fonte: Banco de dados, organizados pela autora (2020).

O trabalho de Mateus, Porto e Fantini (2010) se refere a uma proposta de abordagem didática que alia a história da ciência às possibilidades oferecidas pelas novas tecnologias da comunicação e da informação. Os autores desenvolveram um estudo de caso sobre a temática Radioatividade e modelos atômicos. Foram produzidos clipes de vídeos de dois episódios principais relacionados com o conteúdo de Radioatividade e modelos atômicos: as investigações de Becquerel com os sais de urânio e o experimento de Rutherford sobre o espalhamento das partículas alfa, o qual lhe permitiu propor o seu modelo atômico. Uma animação usando recursos de computação gráfica em 3D complementa o experimento.

Silva e Aquino (2010) desenvolveram uma intervenção pedagógica sobre o estudo do modelo padrão e física de partículas subatômicas, na qual discutiram sobre os decaimentos radioativos com uma turma de estudantes do terceiro ano do ensino médio de um Colégio de Aplicação. Foi proposta uma atividade em grupo onde os estudantes teriam que apresentar o processo de decaimento radioativo do radioisótopo Trítio, utilizando o conhecimento sobre os bósons para a compreensão do fenômeno. O objetivo do trabalho era de quebrar a barreira

epistemológica e mostrar para os alunos que um átomo vai muito além de prótons, nêutrons e elétrons.

O projeto de intervenção pedagógica realizado por Santos *et al.* (2010) consistiu em desenvolver uma proposta de contextualização para a aula de Química sobre o conteúdo de Radioatividade. O tema escolhido foi o acidente radiológico ocorrido em Goiânia com o vazamento da cápsula de Césio-137, o qual, no ano de 2010, estava completando 23 anos da ocorrência. A atividade foi desenvolvida por licenciandos em Química com alunos do 2º semestre da EJA de uma escola estadual da cidade de Anápolis - GO.

A estratégia de ensino utilizada por Cruz, Soares e Mesquita (2010) consistiu na elaboração de filmes de curta-metragem sobre Radioatividade, os quais foram elaborados pelos próprios alunos com a utilização do recurso *Windows Movie Maker*®. O trabalho foi realizado nos segundos anos do período noturno de um Colégio Militar, no ano de 2009. As turmas foram divididas em grupos que apresentaram os seguintes subtemas: histórico da Radioatividade, fusão e fissão nuclear, acidente radioativo de Chernobyl, acidente radiológico do Césio-137, datação de fósseis pelo Carbono-14 e aplicações da Radioatividade (medicina, agricultura, alimentos, dentre outros). O trabalho ocorreu de forma interdisciplinar e foi organizado um festival para a apresentação dos filmes pelos alunos na escola. Para elaboração dos curtas-metragens, os alunos tiveram auxílio de uma ONG que tem parceria com a prefeitura de Goiânia.

O trabalho de Hyppólito, Cunha e Garcês (2010) consistiu no estudo da Radioatividade no ensino médio, tomando como partida a história e pesquisa da física Marie Curie. No decorrer de três aulas foram enfocados temas diretamente ligados à história de Marie Curie, tais como: etimologia da palavra Radioatividade, benefícios e malefícios da Radioatividade e os demais conceitos tradicionalmente tratados no ensino médio sobre este conteúdo. Trabalhou-se sobre a pesquisa de Marie com a *uraninita* e os elementos descobertos por ela: Polônio e Rádio (originado do latim *radius* – raio), e, ainda, a importância dos dois prêmios Nobel conquistados por ela.

Nascimento *et al.* (2010) desenvolveram um estudo de caso que teve como tema gerador a Radioatividade. O enfoque baseou-se no estudo da viabilidade ambiental das usinas nucleares, as quais representam uma fonte alternativa de energia que não aumenta os efeitos nocivos do efeito estufa, pois não há emissão de CO₂ na atmosfera. Além disso, foram trabalhadas algumas alternativas ambientalmente corretas de descarte do lixo radioativo. O objetivo foi trabalhar os conteúdos relacionados a modelos atômicos e estrutura do átomo, despertando uma consciência ambiental nos alunos.

O trabalho desenvolvido por Santos *et al.* (2010) consistiu na elaboração de uma unidade didática com a temática disciplinar Radioatividade, norteadas pelo tema social “os acidentes nucleares da história”, utilizando como estratégia o desenvolvimento de mapas conceituais. A referida unidade didática foi aplicada em um colégio estadual de Sergipe, com uma turma de 2º ano do ensino médio. O objetivo deste trabalho foi verificar a eficiência do uso da técnica didática de elaboração de mapas conceituais como organizadores do conhecimento químico e social sobre Radioatividade de forma hierárquica, a fim de que os alunos percebessem a relação existente entre os conceitos.

O desenvolvimento de uma unidade didática sobre o tema “Uma visão química contextualizada das guerras e radioatividade” também foi o objetivo do trabalho de Cortez *et al.* (2010). Os conceitos relativos à Radioatividade foram abordados partindo-se do contexto histórico das grandes guerras que ocorreram no mundo. Foi feita uma reflexão e análise do poema Rosa de Hiroshima do poeta Vinícius de Moraes e um experimento sobre a composição química do palito de fósforo, bem como um estudo acerca da utilização deste elemento químico em armamentos nas guerras.

O trabalho de Silva, Campos e Almeida (2012) apresenta uma análise de artigos referentes ao ensino e aprendizagem de Radioatividade feita em periódicos nacionais de ensino de Ciências, Química e Física e internacionais do ensino de Ciências e Química, entre os anos de 1990 a 2012. Segundo as autoras, foram encontrados 16 artigos sobre ensino e aprendizagem de Radioatividade nos periódicos selecionados. Nos trabalhos encontrados há uma forte tendência em estratégias e propostas de ensino com ênfase na história da Radioatividade e suas aplicações, principalmente a energia nuclear, além de propostas de analogias e análise de livros didáticos.

Reis, Oliveira e Silva (2012) apresentam uma discussão acerca da importância da Radioatividade na construção dos modelos atômicos, conteúdo este que vem sendo trabalhado em muitos livros didáticos sem levar em consideração a história da Química. O estudo também envolveu um levantamento de artigos sobre a temática Radioatividade na revista Química Nova na Escola e como esses trabalhos contribuem para uma contextualização e desenvolvimento de um referencial epistemológico para abordagem das teorias atômicas de Thomson e Rutherford.

O trabalho de Rodrigues *et al.* (2012) trata da implementação de um projeto de ensino que tem por objetivo trabalhar a divulgação científica na formação docente, utilizando como temáticas a Radioatividade e a energia nuclear. O projeto consistiu na produção de inserções radiofônicas (*spots*) e construção de um *blog* sobre Radioatividade e energia nuclear pelos

acadêmicos do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza – Habilitação em Física, de um Instituto Federal em Santa Catarina. O trabalho teve como referencial a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e a teoria socio-interacionista de Vygotsky. Como subsídio para as atividades a serem realizadas pelos acadêmicos, os docentes construíram um *site* com textos, imagens, vídeos e mapas conceituais. A atividade realizada integrou três disciplinas do curso de Licenciatura: Princípios da Ciência II, Português II e Epistemologia e História das Ciências em um projeto comum. Segundo os autores, o referido trabalho evidencia a importância da divulgação científica na formação do professor, propondo que este, além de utilizá-la criticamente, seja também um divulgador da ciência, subsidiado por referenciais de ensino e por conhecimentos científicos aprendidos significativamente.

O trabalho de Teixeira *et al.* (2012) refere-se à identificação de uma lacuna no tocante aos conhecimentos sobre Radioatividade existente na formação dos acadêmicos de um curso de Licenciatura em Química no Distrito Federal. De acordo com as autoras, em pesquisa realizada na grade curricular do referido curso, foi observada a inexistência de uma disciplina que contemple conteúdos de Radioatividade. Em questionário aplicado para calouros e veteranos do curso, com o objetivo de identificar as concepções dos mesmos sobre alguns conceitos estruturantes relacionados à Radioatividade, os resultados apontaram para concepções vagas, desarticuladas e equivocadas, as quais provavelmente são oriundas ainda da formação no ensino médio. Na tentativa de sanar, pelo menos em parte, essa problemática foi ministrado um minicurso intitulado “*O Uso das Novas Tecnologias para abordar no Ensino Médio Radioatividade e a Produção de Resíduos/Rejeitos*”, o qual foi ministrado aos acadêmicos em 2011, por ocasião da Semana de Extensão promovida pela instituição. No entanto, as autoras ressaltam que somente o minicurso não é suficiente para sanar a lacuna na formação dos acadêmicos no tocante aos conhecimentos sobre Radioatividade.

A estratégia de ensino desenvolvida por Uchôa, Junior e Francisco (2012), consistiu na elaboração e aplicação de uma história em quadrinhos (HQ) voltada à Radioatividade, com o intuito de avaliar o modo de leitura dos estudantes, bem como o uso da HQ enquanto proposta dinâmica e lúdica de aprendizado. O intuito da HQ foi problematizar tanto a história da Química quanto o conhecimento sobre o acidente com o Césio-137 ocorrido em Goiânia-GO. A pesquisa foi desenvolvida com estudantes do 1º e 3º anos do ensino médio de uma escola estadual de Porto Velho/RO.

Jacob e Messeder (2012) desenvolveram uma estratégia didática de produção de materiais midiáticos, contendo vídeos educativos que exploram temas sociais relacionados com Radiações químicas. Numa abordagem educacional em CTS foram organizados vídeos

do site *You Tube* e editados através do programa *VirtualDub*®, sendo produzido um DVD com um breve histórico da Radioatividade e sua descoberta, a sua definição, contribuições, sendo elas positivas e negativas, assim como documentários sobre famosos acidentes em usinas nucleares e suas consequências. O trabalho foi realizado com uma turma de alunos do 3º ano do ensino médio regular de um colégio no Rio de Janeiro. Os autores destacam neste trabalho que em pesquisa realizada observou-se que estudantes que residem em Angra dos Reis, no RJ, desconhecem a importância da temática Radioatividade, dentro de um contexto socioambiental, embora convivam em uma área onde se localizam as únicas usinas nucleares do país.

Varão *et al.* (2012) relatam a utilização de seminários para abordar sobre a Radioatividade em sala de aula com estudantes do 2º e 3º anos do ensino médio. Os seminários foram produzidos e ministrados pelos bolsistas do programa PIBID/Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Itumbiara. Os tópicos explorados foram os seguintes: introdução histórica, o fenômeno da Radioatividade e seus conceitos, funcionamento de uma usina nuclear, aplicações da Radioatividade, acidentes nucleares e descarte do lixo radioativo, esse último abordado exclusivamente por meio de vídeos. As apresentações ocorreram nos laboratórios de informática e línguas da escola participante, com duração média de 40 minutos, onde foram utilizados recursos e equipamentos multimídia para a exibição do material elaborado.

O trabalho de Silva e Neto (2012) consistiu em analisar o conteúdo de Radioatividade em livros didáticos nacionais a partir de um olhar relacionado à transposição didática. Para a realização da pesquisa trabalharam com uma aproximação onde os livros didáticos do ensino superior representam o saber científico, por estarem mais próximos desse que os livros didáticos do ensino médio. Foram escolhidas duas obras voltadas ao ensino superior como referência e analisadas cinco obras do ensino médio publicadas entre os anos de 2002 e 2008. As análises foram feitas em busca de elementos da transposição, como acréscimos, supressões, deformações e criações didáticas. Os autores enfatizam que os livros didáticos do Ensino Médio dedicam poucas páginas para o tópico Radioatividade, além de usar uma abordagem simplificada e sempre no início ou final dos volumes, contribuindo para a pouca atenção dada a temática, contrariando a recomendação dos documentos legais, como os PCN+ (BRASIL, 2002).

Faria *et al.* (2012) relatam uma experiência vivenciada pelos acadêmicos bolsistas do PIBID/Química da Universidade Estadual de Londrina. Os mesmos desenvolveram atividades denominadas de Fichas de Aula Dialogadas – FAD, as quais consistem de roteiros de aula que

contemplam diversas estratégias de ensino associadas a tópicos químicos de forma interativa. Um desses tópicos trabalhados nas FAD relacionava-se a Radioatividade e foi desenvolvido com estudantes do 3º ano do ensino médio de um colégio público da cidade de Londrina/PR.

Em seu trabalho, Guimarães (2014) fez uso do filme *Madame Curie*, de 1943, como uma abordagem investigativa no estudo da Radioatividade com alunos da 2ª série do ensino médio de uma escola particular de Belo Horizonte/MG. O filme é biográfico e retrata a vida de uma das mais notáveis cientistas do mundo. Marie Curie foi ganhadora de dois prêmios Nobel pelo seu trabalho na área da Radioatividade. Os autores ressaltam que, além de sua imensa contribuição científica, a escolha da história de Madame Curie também se deveu ao fato de, no dia 04 de julho de 2014, estarem se completando 80 anos de sua morte.

Campos, Silva e Almeida (2014) relatam uma experiência que fez uso de uma situação-problema sobre Radioterapia para a construção de conceitos relacionados à Radioatividade. A intervenção ocorreu por meio de uma sequência didática realizada através de um minicurso com os licenciandos em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada e foi organizada utilizando elementos do ensino por pesquisa. Para a construção da situação-problema foi utilizado como contexto uma reportagem publicada pelo jornal *O Estado de São Paulo* sobre Radioterapia, visto que o objetivo era abordar a Radioatividade do ponto de vista positivo, neste caso o do tratamento do câncer.

O trabalho de Mello e Chacon (2014) traz uma metodologia de ensino e aprendizagem para trabalhar os conceitos relacionados à Radioatividade por meio de um jogo lúdico intitulado “Baralho radioativo”. O jogo de cartas foi desenvolvido no estilo “canastra” e teve como objetivo a formação das quatro séries de decaimento radioativo. O baralho possui 150 cartas, sendo 38 de partículas alfa, 30 de partículas beta e 64 de elementos químicos. O jogo foi aplicado para alunos de um curso pré-vestibular, em Teresópolis/RJ.

Cruz e Soares (2014) desenvolveram uma estratégia de ensino do tipo de estudo de caso, onde foi proposta a elaboração de histórias em quadrinhos sobre a Radioatividade. A atividade foi desenvolvida com dez turmas de alunos do terceiro ano do ensino médio de um Colégio Militar em Goiânia-GO. As disciplinas envolvidas, além da Química foram: Biologia, Física, Arte, História e Sociologia.

Em sua pesquisa, Vasconcelos, Leão e Arroio (2014), relatam a produção de vídeos sobre cientistas na área da Química como uma possibilidade de desenvolvimento da alfabetização midiática. Os vídeos foram elaborados pelos acadêmicos do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco com base na Série

“Grandes Personagens” da “TV Rá-Tim-Bum”. A atividade consistiu na produção de vídeos que mostram como grandes cientistas fizeram história e mudaram o mundo através de suas pesquisas, inventos e ações. Foram produzidos vídeos sobre Henri Becquerel e Marie Curie sobre os estudos da Radioatividade e elementos químicos radioativos, Wilhelm Conrad Röntgen sobre a descoberta dos Raios-X, além de outros sobre Antoine Laurent Lavoisier e Alfred Nobel.

O trabalho de Lovate, Welss e Vogel (2014) teve como objetivo apresentar uma proposta de atividade lúdica, por meio de um jogo denominado Júri Simulado, o qual abordou sobre a radiação. A metodologia utilizada teve como intuito promover interações entre os alunos por meio de um processo conhecido como “simulação do cotidiano”. A pesquisa foi realizada com discentes do 3º ano do ensino médio de uma escola estadual do Espírito Santo por bolsistas do programa PIBID. Já a estratégia adotada por Sousa e Soares (2014) consistiu em desenvolver uma abordagem sobre o conteúdo de radioatividade, especificamente, o conceito de período de semidesintegração radioativa, por meio de um jogo teatral com uma turma de estudantes da terceira série do ensino médio.

A pesquisa realizada por Antiszko, Oliveira e Freire (2014) teve o intuito de investigar como o conteúdo sobre Radioatividade vem sendo trabalhado pelos professores de Química. Para tanto, aplicaram um questionário para nove professores da rede pública estadual da cidade de Ponta Grossa/PR e região com o objetivo de saber se e como os professores de Química abordam esse assunto em sala de aula com os estudantes do ensino médio.

O trabalho de Kisfaludy e Recena (2014) enfoca a abordagem “Radioatividade” nos livros didáticos de Química, aprovados pelo PNLD 2012, com relação aos conceitos e contextos apresentados e a perspectiva da história na construção dos conhecimentos, a qual foi analisada com base na categorização proposta por Vidal.

Costa, Pinheiro e Moradillo (2016) realizaram um trabalho empírico e de natureza qualitativa com o intuito de investigar como é tratado o conteúdo sobre Radioatividade nos livros didáticos de Química aprovados pelo PNLD de 2015. A pesquisa foi desenvolvida pelos bolsistas do programa PIBID/Química da Universidade Federal da Bahia. Santana, Almeida e Aquino (2016), por sua vez, relatam o desenvolvimento de um recurso digital a ferramenta “*Elementos Químicos em Destaque*” (EQD) desenvolvida a partir da construção de uma página na *Web 2* e organizada através de uma estrutura de hipertextos. Para avaliar a contribuição da ferramenta no processo e ensino e aprendizagem foi realizada uma intervenção com alunos do 3º ano do ensino médio de um Colégio de Aplicação para utilização da ferramenta com foco nos elementos radioativos. Após a utilização da ferramenta,

os estudantes, divididos em grupos, construíram textos dissertativos ressaltando a existência ou não de uma relação entre os radioisótopos naturais K-40, U-238, Rn-222, Ra-226, Po-210 e Pb-210.

O trabalho de Tonetto (2016) apresenta um estudo sobre a biografia de Madame Curie. Posteriormente, este estudo serviu de base para a produção de um texto sobre a vida de Marie Curie, o qual foi utilizado em uma sequência didática para abordar conceitos referentes a Radioatividade. A atividade foi desenvolvida com alunos do ensino médio de uma escola estadual de São Paulo no ano de 2015. A autora também realizou uma análise nos livros didáticos de Química voltados para o ensino médio para ver como são apresentados aspectos da história da ciência nestes livros.

O desenvolvimento de uma sequência didática sobre a Radioatividade também foi o objeto do trabalho de Silva *et al.* (2016). A sequência didática foi aplicada aos estudantes da 3ª série do ensino médio de uma escola estadual em Minas Gerais. Os tópicos enfocados foram os seguintes: tipos de radiação, decaimento radioativo (meia-vida), histórico da Radioatividade, vantagens e desvantagens de seu uso. O trabalho foi realizado no âmbito do programa PIBID.

Seixas, Cunha e Gonzales (2016) realizaram um trabalho cujo objetivo foi discutir o ensino da Radioatividade e seu papel para a compreensão da constituição da matéria e da evolução dos modelos atômicos, ressaltando a influência desse conhecimento para os avanços no campo da medicina, principalmente na prevenção e tratamento do câncer. Para tanto, os autores buscaram fazer uma contextualização social, através do tema “*A Radioatividade e suas aplicações na área da saúde*”, utilizando o método da Pedagogia Histórico-Crítica proposta por Demerval Saviani. Foi construída e aplicada uma proposta de ensino durante os estágios curriculares da Licenciatura em Química em um colégio da rede estadual da Bahia, situado na cidade de Salvador, com estudantes da 1ª série do nível médio no ano letivo de 2015. Entre os trabalhos encontrados na pesquisa nos anais do ENEQ, esse último é o que mais se assemelha com a proposta do nosso trabalho no tocante ao enfoque dado a temática Radioatividade, visto que enfatiza as aplicações da Radioatividade na área da saúde, em especial na prevenção e tratamento do câncer por meio da Radioterapia.

No trabalho de Costa, Melo e Marcelino (2016) a temática Radioatividade foi abordado com enfoque no movimento CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade, com vistas a melhorar o entendimento sobre as transformações científicas e tecnológicas, bem como sobre os benefícios e malefícios que a Radioatividade pode acarretar. A metodologia foi aplicada para os alunos do segundo ano do ensino médio de um Instituto Federal no RJ.

Passos *et al.* (2016) apresentam em seu trabalho uma análise das concepções dos estudantes sobre a Radioatividade, coletadas por meio de um questionário aplicado aos alunos antes do desenvolvimento de uma Situação de Estudo. A SE denominada “*Radioatividade: quem disse que só faz mal?*” foi aplicada por um grupo de bolsistas do programa PIBID/Química para estudantes do segundo ano de um Curso Técnico em Informática de um Instituto Federal da Bahia. Na proposta foram trabalhados os conceitos de Radioatividade de forma contextualizada, visando relacionar o que era abordado em sala de aula com a realidade dos alunos e com fatos presentes na mídia. Entre as atividades realizadas estão a apresentação de seminários entre as turmas envolvidas, durante o contraturno das aulas, sendo estes seminários produzidos pelos próprios alunos do segundo ano, e preparação e apresentação de um júri químico pelos estudantes, também no contraturno.

O trabalho desenvolvido por Fernandes e Campos (2016) refere-se a uma pesquisa que teve como objetivo identificar as características das questões sobre Radioatividade no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Para isso os autores analisaram as questões da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias relacionadas à Radioatividade nas edições de 1998 a 2015 do exame. As questões foram analisadas a partir das seguintes categorias: tipo de questão, contextualização, interdisciplinaridade, recursos visuais, eixo cognitivo e aplicação da Radioatividade.

A investigação realizada por Matos, Schuindt e Lorenzetti (2016) analisa a presença de recursos didáticos e a forma de apresentação nos livros de Química do PNL 2015 para a temática Radioatividade. Os autores utilizaram como metodologia a perspectiva de Bardin e, elencando categorias e critérios, verificaram a existência dos seguintes recursos: audiovisuais, áudio, visuais, interativos, humor, analogias, experimentação, jogos e exercícios, que estão contemplados dentro das unidades didáticas dos referidos livros.

Rodrigues e Ribeiro (2016) desenvolveram uma sequência didática interdisciplinar com enfoque CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente para abordar conteúdos relacionados à Radioatividade e ao uso da energia nuclear. A sequência didática foi aplicada para estudantes do terceiro ano do ensino médio de um colégio estadual em Goiás.

O trabalho de Amorim e Estevão (2016) consistiu na produção de uma ferramenta pedagógica para trabalhar o conteúdo sobre Radioatividade numa perspectiva CTS. Trata-se do jornal didático intitulado “*A Voz da Ciência*”, o qual foi desenvolvido obedecendo às diagramações e aspectos visuais de um jornal. A atividade foi realizada com estudantes do 1º ano do ensino médio, como forma de promover a alfabetização científica dos mesmos.

O Encontro Estadual de Ensino de Física (EEEFis-RS) é um evento bianual que ocorre desde 2005, organizado pelo Instituto de Física da UFRGS, através do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física e do Grupo de Ensino de Física, como uma iniciativa de promover, valorizar e melhorar o ensino de Física. Realizou-se uma busca nas atas das edições do evento realizadas na última década, utilizando-se como critérios para a pesquisa as palavras-chave “Radiações”, “Radioatividade” e “Oficina Temática”, além da leitura do título completo e dos resumos dos trabalhos de interesse.

Não encontramos nenhum trabalho que se referisse à adoção da estratégia de ensino por meio de Oficinas Temáticas sobre qualquer que fosse o tema, inclusive sobre Radiações e Radioatividade. Foram encontrados 11 trabalhos que tratavam sobre Radioatividade e Radiações, mas não por meio de oficinas temáticas.

Dos trabalhos que tratavam sobre Radiações e Radioatividade, oito eram voltados para o ensino médio, um para o ensino superior, um para o ensino médio e ensino superior juntos e um referente à aplicação de um minicurso. Com relação à área de ensino, sete eram ligados ao ensino de Física, três ao ensino de Química e Física e um apresentava caráter interdisciplinar, agregando as disciplinas de Física, Química e Biologia. Entre os trabalhos analisados, dois haviam sido desenvolvidos no âmbito do PIBID. A relação dos trabalhos encontrados e uma síntese dos aspectos de interesse são apresentados no quadro 5. A seguir passaremos a analisar brevemente os aspectos mais relevantes de cada um desses trabalhos.

Quadro 5 - Trabalhos publicados no EEEFis-RS e síntese dos aspectos de interesse (período 2010-2020).

Autor e título da publicação	Síntese dos aspectos de interesse
IV EEEFis/RS – 2011	
PARISOTO; MORO; MOREIRA. O ensino de Física a partir do estudo da ultrassonografia, da produção e interação da radiação com o corpo humano: uma abordagem contextualizada.	Realização de um curso sobre a construção de materiais didáticos alternativos voltados para o ensino de Física aplicada à medicina. Público alvo: professores estaduais do RS e licenciandos de Física da UFRGS.
V EEEFis/RS – 2013	
PANSERA; PERON. A inserção de tópicos de física médica no ensino médio regular – Uma possibilidade de ampliação do currículo escolar.	Intervenção pedagógica para abordar tópicos de física médica com estudantes do ensino médio, tais como: pressão arterial, eletrocardiograma, Raios-X, tomografia computadorizada, ressonância magnética, ultrassom, radiação solar, quimioterapia e Radioterapia, iodo radioativo e acidentes nucleares.
KAKUNO. Detector Geiger-Müller usando tubo SBM19.	Montagem de um detector de radiação Geiger-Müller a partir de um tubo comercial SBM19. O detector proposto é uma ferramenta em potencial para o ensino de física moderna no ensino médio e uma proposta de demonstração em Feiras de Ciências.

SILVA; SALGADO. Oficinas Interdisciplinares de Física e Química no PIBID/UFRGS.	Desenvolvimento de Oficinas Interdisciplinares sobre Fotografia, Radiações, Pilhas e Tabela Periódica pelos bolsistas do PIBID Química e Física da UFRGS, as quais foram ministradas para estudantes do ensino médio regular e da EJA.
BIAZUS. Proposta didática para abordar conteúdos de Física Moderna no ensino médio.	Proposta didática para abordagem dos conteúdos de Física Moderna no ensino médio de modo a utilizar como recurso didático as novas tecnologias: vídeos, experimentos virtuais e produção de um CD.
VI EEEFis/RS – 2015	
RODRIGUES; OLIVEIRA. Ensino de Física baseado no enfoque CTS com tema principal a luz: aprendizado atuante.	Estudo da luz numa abordagem com enfoque CTS, suplementado pelo uso de recursos didáticos digitais. Voltado para alunos do EM.
BORGES; SERAFIM; PASSOS. Estudo das concepções prévias dos alunos do segundo ano do ensino médio a respeito da radiação ultravioleta.	Proposta didática que teve como foco a discussão das características e dos efeitos biológicos da radiação ultravioleta, buscando conscientizar os alunos do EM e a comunidade em geral sobre a importância do uso dos protetores solares.
REBELLO; PINHEIRO. As radiações e o nosso cotidiano: medicina, energia e Big Bang: uma abordagem a partir do Ensino Politécnico.	Minicurso para abordar sobre os conceitos de Física Moderna e Contemporânea contemplando os conceitos da área do conhecimento de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, tendo como pano de fundo o conceito de Radiações e suas implicações na sociedade, tais como na medicina, energia e Big Bang.
VII EEEFis/RS - 2017	
SCHNEIDERS <i>et al.</i> Abordagens contextuais de radiação solar na educação básica.	Desenvolvimento de uma abordagem didática que destaque as potencialidades da contextualização da temática radiação solar para o estudo da física na educação básica.
SILVA. <i>Os Simpsons</i> como organizador prévio para o ensino da Física Nuclear.	Utilização de episódios da série <i>Os Simpsons</i> como organizadores prévios para a abordagem de tópicos vinculados a Física Nuclear no ensino médio.
VIII EEEFis/RS – 2019	
ROSA; PRATES. Uma proposta para abordar a natureza da luz.	Proposta didática com o objetivo de ensinar conceitos de Física a partir de uma discussão sobre a natureza ondulatória e corpuscular da luz com base no debate científico e filosófico acerca do fenômeno. Desenvolvido com alunos do EM.

Fonte: Banco de dados, organizados pela autora (2020).

O trabalho de Parisoto, Moro e Moreira (2011) relata a realização de um curso sobre a construção de materiais didáticos alternativos voltados para o ensino de Física aplicada à medicina, o qual foi ministrado para professores estaduais de Física e licenciandos em Física. Os conceitos enfocados foram os seguintes: ondas, óptica, eletromagnetismo, física moderna e contemporânea. O trabalho teve como objetivo obter indícios de aprendizagem significativa, devido à utilização da ultrassonografia, da produção e interação da radiação com a matéria para dar sentido aos conceitos de Física. A pesquisa possibilitou a construção de materiais

alternativos que potencializem uma aprendizagem significativa e não mecânica, considerando os conhecimentos prévios dos alunos.

Pansera e Peron (2013) desenvolveram uma atividade diferenciada envolvendo o ensino de tópicos de física médica a estudantes do ensino médio. O trabalho consistiu primeiramente de uma análise dos planos de estudo e do currículo de Física da escola. Num segundo momento foi realizada uma intervenção pedagógica que abordou tópicos como: pressão arterial, eletrocardiograma, Raios-X, tomografia computadorizada, ressonância magnética, ultrassom, radiação solar, quimioterapia e radioterapia, iodo radioativo e acidentes nucleares. A atividade foi desenvolvida com alunos do terceiro ano do ensino médio de uma escola estadual de Bento Gonçalves/RS pelos bolsistas do programa PIBID/Física do IFRS da mesma cidade.

Em seu trabalho, Kakuno (2013) descreve a montagem de um detector de radiação Geiger-Müller a partir de um tubo comercial, SBM19, e com flexibilidade nos componentes eletrônicos agregados. O detector é dedicado à detecção de radiação gama e de Raios-X de alta energia, acima de 25 keV. No trabalho foram medidos um conjunto de sete camisas de lampião, que contém dióxido de Tório, dióxido de Cério e óxido de Magnésio, um cinzeiro de vidro enriquecido com óxido de Urânio, que apresenta fluorescência esverdeada na presença de luz violeta, também conhecido como "*vaseline glass*", e uma fonte de 1 μCi de Am-241 de um alarme de incêndio. O detector proposto é uma ferramenta em potencial para o ensino de física moderna no ensino médio e uma proposta de demonstração em Feiras de Ciências.

Silva e Salgado (2013) relatam em seu trabalho o desenvolvimento de Oficinas Interdisciplinares pelos bolsistas dos Subprojetos de Física e de Química do PIBID/UFRGS, as quais foram ministradas para estudantes do ensino médio regular e da EJA de escolas públicas de Porto Alegre/RS. As oficinas elaboradas tratam dos seguintes temas: Fotografia, Radiações, Pilhas e Tabela Periódica. A Oficina sobre Radiações, em especial, aborda o conteúdo sobre as Radiações do espectro eletromagnético e Radioatividade. O trabalho envolveu, além dos estudantes, professores da educação básica e da educação superior e atingiu o objetivo de promover a qualificação dos licenciandos.

O trabalho de Biazus (2013) refere-se ao desenvolvimento de uma proposta didática para abordagem dos conteúdos de Física Moderna no ensino médio de modo a utilizar como recurso didático as novas tecnologias. A proposta didática foi estruturada em módulos como segue: Módulo I - Modelos Atômicos, Módulo II - Radioatividade, Módulo III - Energia nuclear e Módulo IV - Semicondutores. Em cada módulo, além do conteúdo, há material complementar como um vídeo, um experimento virtual ou exercícios complementares. Todo o

material foi disponibilizado em CD, que o aluno ou o professor poderão acessar de maneira interativa. O trabalho foi aplicado com estudantes do ensino médio de uma escola pública do município de Passo Fundo/RS.

O trabalho de Rodrigues e Oliveira (2015) propõe-se a verificar como o aprendizado das Ciências pode se tornar mais interessante, significativo, contextualizado e atrativo a partir de uma abordagem com enfoque CTS, suplementado pelo uso de recursos didáticos digitais sobre um tema presente tanto na física clássica quanto na física moderna: a Luz. Os conceitos abordados referentes a esta temática foram os seguintes: origem dos eventos luminosos, as propriedades dos materiais frente à interação com a luz, a relação entre temperatura e a cor de objetos incandescentes, o espectro eletromagnético, os diferentes mecanismos de detecção das Radiações, o espectro de corpo negro e tecnologias de nível subatômico. Foram utilizados recursos como vídeos, simulações computacionais e apresentações em *Power Point*. A atividade foi desenvolvida com uma turma de alunos do segundo ano do ensino médio de uma escola estadual de Porto Alegre/RS.

A proposta de Borges, Serafim e Passos (2015) teve como foco a discussão das características e dos efeitos biológicos da radiação ultravioleta (UVA, UVB e UVC). O trabalho foi elaborado como parte do trabalho de conclusão de curso de uma Licenciatura em Física e foi desenvolvido com o objetivo de analisar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a existência e efeitos da radiação ultravioleta e alertar a comunidade sobre a importância do uso de protetores solares. A proposta foi aplicada para estudantes do segundo ano do ensino médio de uma escola de Araranguá/SC.

Rebello e Pinheiro (2015) relatam a experiência onde foi desenvolvido um minicurso para abordar sobre os conceitos de Física Moderna e Contemporânea que vão ao encontro das concepções da politecnia vigente no ensino médio do estado do Rio Grande do Sul na época. O referido minicurso contemplou os diferentes conceitos correlacionados na área do conhecimento de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, tendo como pano de fundo o conceito de Radiações e suas implicações na sociedade, tais como na medicina, energia e Big Bang.

O trabalho de Schneiders *et al.* (2017) buscou desenvolver uma abordagem didática que destacasse as potencialidades da contextualização da temática radiação solar para o estudo da física na educação básica. A proposta teve como objetivo discutir os benefícios e os riscos da radiação solar para a saúde humana, com base nas propagandas veiculadas pela mídia, além de trabalhar sobre as características da radiação ultravioleta, da radiação infravermelha e da luz visível.

A proposta de Silva (2017) consistiu na utilização de episódios da série *Os Simpsons* como organizador prévio para a abordagem de tópicos vinculados a Física Nuclear no ensino médio. Esta série foi escolhida por envolver, em diversos episódios, temas de física nuclear, uma vez que o protagonista principal, Homer Simpson, trabalha em uma usina nuclear. Os conceitos trabalhados foram os seguintes: fusão e fissão nuclear, bombas atômicas, Radiações, decaimentos, acidentes ocorridos em usinas nucleares, produção de energia, poluição radioativa, partículas atômicas, etc.

Rosa e Prates (2019) apresentam uma proposta didática para se levar o debate científico e filosófico sobre a natureza da luz para o ensino médio. O objetivo do trabalho era discutir as características da luz sob a óptica das disputas históricas e polêmicas que aconteceram entre os cientistas que estudaram tal fenômeno. Uma das atividades realizadas consistiu na realização de um júri simulado, dividindo os estudantes em dois grupos: aqueles que queriam defender uma visão corpuscular da luz e aqueles que queriam defender uma visão ondulatória da luz. A proposta foi aplicada para estudantes do terceiro ano do ensino médio de uma escola pública estadual da cidade de Porto Alegre/RS.

O Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) caracteriza-se como um dos eventos mais antigos organizados no país na área do ensino de Física, ocorrendo desde 1970. O evento é promovido pela Sociedade Brasileira de Física e acontece a cada dois anos com o intuito de promover o debate sobre o ensino e aprendizagem de Física e sobre a pesquisa na área do ensino de Física. Realizou-se uma busca nos anais das edições do evento realizadas nos últimos dez anos, utilizando-se como critérios para a pesquisa as palavras-chave “Radiações”, “Radioatividade” e “Oficina Temática”, além da leitura do título completo e dos resumos dos trabalhos de interesse.

Encontramos apenas um trabalho onde a estratégia de ensino por meio de oficinas temáticas foi adotada, porém não relacionada a Radiações e Radioatividade e 28 trabalhos que tratavam sobre Radiações e Radioatividade, mas não eram por meio de oficinas temáticas. Destes, 16 eram voltados para o ensino médio, um para o ensino fundamental, um para a EJA, um para o ensino técnico profissionalizante, um para o ensino superior, um para o ensino médio e ensino superior juntos, um voltado para professores de Física do ensino médio e seis se referiam a levantamento bibliográfico a respeito da temática.

Com relação à área de ensino, 20 eram ligados ao ensino de Física, cinco ao ensino de Química e Física, um ao ensino de Ciências, um para a disciplina de Seminário da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias e um era interdisciplinar. Entre os trabalhos analisados somente um se referia ao programa PIBID.

A relação dos 28 trabalhos encontrados, bem como um resumo de seus aspectos mais relevantes são apresentados no quadro 6. A seguir descreveremos de forma sucinta apenas aqueles trabalhos cujas características mais se assemelham com a proposta descrita na presente investigação.

Quadro 6 - Trabalhos publicados no SNEF e síntese dos aspectos de interesse (período 2010-2020).

Autor e título da publicação	Síntese dos aspectos de interesse
XIX SNEF – 2011	
SILVA; PEREIRA. Análise preliminar da temática radiações ionizantes em livros didáticos do nono ano do ensino fundamental.	Investigação exploratória da forma como a temática sobre Radiações Ionizantes é apresentada em alguns livros didáticos de Ciências do nono ano do ensino fundamental do PNLD 2008.
SOUSA <i>et al.</i> A Física das radiações à luz da transposição didática.	Sequência didática para trabalhar o conteúdo de Física das Radiações no EM, utilizando as noções de “marcadores” e “marcadores-estruturantes” desenvolvidas no contexto da teoria da Transposição Didática.
PARISOTO; MORO; MOREIRA. O ensino de Física a partir do estudo da ultrassonografia, da produção e interação da radiação com o corpo humano: uma abordagem contextualizada.	Realização de um curso sobre a construção de materiais didáticos alternativos voltados para o ensino de Física aplicada à medicina. Público alvo: professores estaduais do RS e licenciandos de Física da UFRGS.
TIMM; RIGO; SAUERWEIN. Energia nuclear e radioatividade no ensino médio: uma investigação da produção acadêmica na área de ensino em Ciências.	Levantamento bibliográfico nos principais periódicos de ensino em Ciências e em três edições do SNEF sobre os tipos de abordagens para as temáticas Energia Nuclear e Radioatividade, voltadas para o EM, nas produções acadêmicas no período de 2006-2011.
FORTUNATO; SAUERWEIN. Radiações: o que os estudantes querem saber?	Projeto de pesquisa “Radiação e matéria: um exemplo de relação entre Física e Saúde no Ensino Médio”. Objetivo: identificar as dúvidas dos alunos sobre Radiações e obter dados para elaboração de módulos didáticos a serem implementados com os estudantes.
XX SNEF – 2013	
SILVA; ROSA. A apropriação de linguagens relacionadas a conceitos de física e cinematografia, de alunos da 3ª série do Ensino Médio, a partir da produção de filmes sobre radiações ionizantes.	Sequência didática abordando conceitos relacionados à criação de vídeos e às aplicações das Radiações Ionizantes na medicina. Produção de curtas metragens pelos alunos do EM sobre medicina nuclear, Radioterapia, tratamento com Iodo radioativo e exames de Raios-X. Visita ao setor de Radioterapia do Hospital Universitário da UFMS.
SILVA. Possibilidades criadas pela utilização do filme Pu-239 (Plutônio- 239), no ensino de conceitos de Radiações Ionizantes com turmas de 2ª série do Ensino Médio, sob o olhar da Teoria Sociointeracionista de Lev Vygotsky.	O trabalho oferece possibilidades para os professores de Física e Química elaborarem sua própria sequência didática para trabalhar os conceitos de Radiações ionizantes com alunos do EM, a partir de cenas do filme Plutônio-239, utilizando como aporte teórico Vygotsky.

GOMES <i>et al.</i> Usando o modelo padrão de partículas para discutir radioatividade: relato da experiência de Pibidianos.	O trabalho relata a elaboração e apresentação de uma aula expositiva para alunos do EM sobre Radioatividade utilizando o Modelo Padrão de Partículas para melhor explicar esse tema. Desenvolvido pelo PIBID/Física da Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM.
XXI SNEF – 2015	
FIUZA <i>et al.</i> Radiações ionizantes e não ionizantes: uma análise prévia do conhecimento de alunos do ensino médio.	Intervenção pedagógica para trabalhar o conteúdo de Radiações ionizantes e não ionizantes, seus efeitos biológicos e suas aplicações na sociedade, em especial na medicina com estudantes do EM. Realização de palestras e visita ao centro de Radioterapia e quimioterapia.
MORAES; OLIVEIRA; SOARES. O ensino da radioatividade e física nuclear com o uso de simuladores.	Inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea no ensino de Física. Utilização dos simuladores interativos do projeto “ <i>Physics Educational Technology</i> ” (PhET) da Universidade do Colorado para abordar as temáticas Radioatividade e Física Nuclear com estudantes do EM.
BATISTA; SIQUEIRA. Um olhar da transposição didática para uma sequência de ensino sobre radioatividade baseada na estrutura da TLS.	Elaboração de uma sequência de ensino e aprendizagem para alunos do EM sobre Radioatividade com base na teoria da <i>Teaching Learning Sequence</i> (TLS) e após análise por meio da teoria da Transposição Didática da possibilidade de sobrevivência dos saberes contidos na sequência.
PEREIRA; SANTOS; AMORIM. Ensinando Física das radiações com um contador Geiger baseado em plataforma Arduino.	Elaboração de um conjunto experimental de baixo custo composto por um tubo Geiger e um Sistema de Posicionamento Global (GPS) acoplados à plataforma Arduino para medir a radiação de fundo e a radiação emitida por raios cósmicos secundários, com o objetivo de auxiliar os professores de Física do EM a desenvolverem o conteúdo de Física das Radiações com os estudantes.
DIMAS; BARROS. Câmara de Wilson eletrônica para auxílio na aprendizagem de Física Moderna no ensino médio.	Construção de um instrumento didático denominado “Câmara de Wilson Eletrônica” com materiais de fácil aquisição, a qual pode ser utilizada pelo professor de Física ao abordar tópicos de Física Moderna e Contemporânea como: estrutura da matéria, partículas elementares, Radioatividade e raios cósmicos, com alunos do EM.
RESQUETTI; FUSINATO; MURA. Radioatividade no nível médio: proposta de uma sequência didática com enfoque na História e Filosofia da Ciência e no movimento CTS.	Proposta de uma sequência didática para o ensino de Radioatividade no nível médio, tendo como base a História e Filosofia da Ciência e o movimento CTS. O trabalho faz parte de uma pesquisa de doutorado na Universidade Estadual de Maringá/PR.
SOUZA <i>et al.</i> Ensino de Física Moderna no ensino médio: orientações e cuidados durante o planejamento do ensino de radiações eletromagnéticas.	Análise de questionários aplicados a estudantes do EM para identificar as concepções dos mesmos sobre Radiações eletromagnéticas e sua presença no cotidiano, além de identificar os conceitos básicos de Física Quântica e Nuclear a serem abordados em uma sequência didática.
XXII SNEF – 2017	
MENDES; LONDERO. Os estudos sobre o ensino da Física das Radiações nas atas do “Simpósio Nacional de Ensino de Física”.	Pesquisa do tipo “estado do conhecimento” para saber qual é o panorama das produções sobre o ensino da Física das Radiações com foco nos trabalhos publicados nas atas de 19 edições do SNEF.
BARBOSA; MOREIRA. A ‘luz invisível’: da história da ciência ao	Abordagem com base na história da Física e na realização de experimentos originais para explorar o significado do espectro

ensino de Física.	eletromagnético unificado e suas importantes aplicações no cotidiano das pessoas. Desenvolvimento de quatro experimentos para trabalhar sobre as Radiações IV e UV com alunos do EM.
CARDOSO; VIANA; CARDOSO. Física das Radiações: uma atividade com enfoque CTS.	Sequência de ensino com enfoque CTS para abordar o conteúdo de Física das Radiações e suas aplicações na indústria com base na proposta curricular dos PCNs e dos PCN+ com alunos do curso Técnico em Mecânica Industrial de uma instituição federal, localizada na Baixada Fluminense.
NOSSA; LONDERO; GOMBRADÉ. As pesquisas sobre o ensino da Física das radiações ionizantes: um estudo baseado em periódicos científicos.	Levantamento bibliográfico com o objetivo de saber qual é o panorama brasileiro da pesquisa sobre o ensino da Física das Radiações Ionizantes tendo como foco os trabalhos publicados em periódicos brasileiros da área de Ensino de Física e Educação em Ciências.
CHAGAS; PENHA. Divergências sobre o uso da tecnologia móvel em uma abordagem CTS.	Sequência didática sobre o tema propagação de ondas eletromagnéticas e os efeitos biológicos decorrentes de sua interação com o corpo humano, desenvolvida numa perspectiva CTS e do Ensino por Investigação, para alunos do EM. Faz parte de uma pesquisa de Monografia.
MATOS; SANTANA; BARBOSA. Análise e desenvolvimento de simuladores na Física das Radiações.	Construção de um simulador utilizando o programa <i>Adobe Edge Animate cc2014</i> , para trabalhar conceitos de Física das Radiações com discentes do ensino médio e superior.
XXIII SNEF – 2019	
SILVA; JUNIOR; XAVIER. Radiações eletromagnéticas: um panorama da produção recente no ensino e aprendizagem de física.	Levantamento bibliográfico dos trabalhos publicados em periódicos nacionais da área de Ensino de Física e Educação em Ciências com a finalidade de mapear a produção recente sobre o tema “Radiações Eletromagnéticas” nos referidos periódicos no período de 2005 a 2016.
ALBUQUERQUE; PIRES. Proposta de ensino das propriedades da luz ultravioleta usando a abordagem dos três momentos pedagógicos.	Abordagem sobre os perigos da radiação UV utilizando os conceitos de ondas no EM, por meio de uma sequência de aulas e desenvolvimento de um experimento para detecção de radiação UV por um sensor eletrônico conectado a uma plataforma Arduino.
NOSSA; MENDES; LONDERO. Estudo quantitativo da produção acadêmico-científica sobre o ensino da Física das radiações ionizantes.	Levantamento bibliográfico a fim de conhecer qual a frequência absoluta e percentual de estudos sobre o Ensino da Física das Radiações Ionizantes com foco nos trabalhos publicados na área de Ensino de Ciências e Ensino de Física em âmbito nacional.
NOSSA; MENDES; LONDERO. As pesquisas sobre o ensino de Física das Radiações Ionizantes nos anais da “Conference of the European Science Education Research Association (ESERA)”.	Levantamento bibliográfico a fim de conhecer qual o panorama da pesquisa sobre o Ensino da Física das Radiações Ionizantes com foco nos trabalhos publicados nos anais da ESERA, tendo em vista a representatividade deste evento dentro da área de Ensino de Física e Educação em Ciências no cenário europeu.
NASCIMENTO; ALMEIDA; SOUZA. Radiação nos alimentos: uma proposta para trabalhar a radioatividade na Educação de Jovens e Adultos.	Desenvolvimento de um minicurso “Radiação nos alimentos” estruturado com base nos três momentos pedagógicos para trabalhar a Radioatividade na EJA pautado na perspectiva CTSA. O minicurso tratou sobre a radiação natural em alimentos como: banana, leite em pó, carne e castanha do Pará.
SANTOS. Radiações ionizantes: uma proposta para	O trabalho destaca a importância do conteúdo sobre Radiações Ionizantes no EM, devido a sua atualidade, caráter

inserção no ensino médio.	interdisciplinar, inúmeras aplicações no cotidiano e potencialidades para discussões no enfoque CTSA. Traz, ainda, algumas linhas de pesquisa que podem ser abordadas sobre esse tema.
MENDES; NOSSA; LONDERO. O potencial pedagógico das notícias científicas sobre radiações ionizantes publicadas na Folha de São Paulo.	Levantamento acerca da presença de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais em notícias científicas que versam sobre Radiações Ionizantes publicadas no jornal Folha de São Paulo no período de janeiro de 2000 até fevereiro de 2017.

Fonte: Banco de dados, organizados pela autora (2020).

O trabalho realizado por Silva e Rosa (2013) teve como objetivo o desenvolvimento das linguagens relacionadas a conceitos de Física e Cinematografia com alunos de 3ª série do ensino médio. Os autores aplicaram uma sequência didática na qual os estudantes realizaram atividades de formação de conceitos relacionados à criação de vídeos e às aplicações das Radiações ionizantes na medicina. Foram produzidos curtas metragens enfocando tópicos de medicina nuclear, Radioterapia, tratamento com Iodo radioativo e exames de Raios-X. Os discentes realizaram uma visita técnica ao setor de Radioterapia do Hospital Universitário da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Para a realização das atividades foram confeccionadas duas apostilas: uma sobre produção de vídeos e outra sobre a utilização de Radiações Ionizantes na medicina. O trabalho também traz uma análise das concepções dos alunos a respeito dos efeitos biológicos das Radiações ionizantes, bem como das aplicações das mesmas na área da medicina nuclear.

Fiuzza *et al.* (2015) relatam o desenvolvimento de uma intervenção pedagógica para trabalhar o conteúdo de Radiações ionizantes e não ionizantes, seus efeitos biológicos e suas aplicações na sociedade, em especial na medicina. A atividade foi realizada na disciplina de Seminário da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias e faz parte de uma pesquisa para dissertação de mestrado no curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Os tópicos abordados na intervenção pedagógica foram os seguintes: conceito de ondas, espectro eletromagnético, conceito de Radiações, efeitos das Radiações ionizantes e não ionizantes, efeitos físicos da radiação nas pessoas com câncer etc. A discussão dos conceitos se deu por meio de aulas expositivas com recurso digital, vídeos, textos, palestras, entrevistas e visitas a locais que tenham relação com o assunto. Entre as atividades realizadas estão: palestra da Organização Não Governamental (ONG) Liga Feminina de Combate ao Câncer e visita ao centro de quimioterapia e Radioterapia com entrevista aos pacientes. O trabalho foi aplicado com estudantes do terceiro ano do ensino médio de uma escola estadual do município de Cruz Alta/RS.

A proposta apresentada por Barbosa e Moreira (2017) alia duas dimensões no trabalho pedagógico: o uso da história da ciência, em particular da história da física, e a realização de experimentos originais para explorar o significado do espectro eletromagnético unificado e suas importantes aplicações no cotidiano das pessoas. Os autores propõem o desenvolvimento de quatro experimentos para trabalhar sobre as Radiações infravermelha e ultravioleta, sendo eles: o “experimento de William Herschel” sobre a radiação infravermelha, “vendo o invisível gerado em um controle remoto”, “enxergando a luz invisível além do vermelho”, “enxergando o calor de uma resistência” e “visão noturna”. O segundo experimento descrito pelos autores consiste em observar a radiação infravermelha emitida pelo controle remoto por meio de uma *webcam* modificada, sendo que uma experiência semelhante foi apresentada em um dos minicursos desenvolvidos pelos alunos como parte das atividades realizadas no presente trabalho. Os experimentos descritos no trabalho de Barbosa e Moreira foram realizados com a utilização do kit “Vendo o invisível” desenvolvido pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – Laboratório de Nanodispositivos Semicondutores da PUC/RJ.

Nascimento, Almeida e Souza (2019) desenvolveram um minicurso pautado na perspectiva CTSA para trabalhar a Radioatividade na Educação de Jovens e Adultos. O minicurso intitulado “Radiação nos alimentos” foi estruturado com base nos três momentos pedagógicos, tendo como problematização inicial o acidente radiológico de Goiânia em 1987. Os tópicos abordados foram: conceito de radiação, Radioatividade, histórico da descoberta da Radioatividade, Raios-X, radiação ionizante e não ionizante, processos de irradiação, fontes de radiação (onde foi discutido sobre as reservas naturais de Urânio no Brasil, como a localizada na cidade de Caetité/BA), utilização e aplicação da radiação na produção de energia, na medicina, na agricultura, na indústria, entre outros. O minicurso ainda tratou sobre a radiação natural presente em alimentos como: banana, leite em pó, carne, castanha do Pará, etc. A atividade foi aplicada para alunos da EJA da cidade de Amargosa/BA.

O Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) é um evento bianual que vem ocorrendo desde 1997, sendo promovido pela Associação Brasileira de Pesquisa e Educação em Ciências (ABRAPEC), com o objetivo de apresentar os trabalhos de pesquisa desenvolvidos na área de Ensino de Ciências, além de promover palestras, conferências e debates entre a comunidade pertencente a esta área de ensino. Realizou-se uma busca nas atas das edições do evento realizadas na última década, utilizando-se como critérios para a pesquisa as palavras-chave “Radiações”, “Radioatividade” e “Oficina Temática”, além da leitura do título completo e dos resumos dos trabalhos de interesse.

Não encontramos nenhum trabalho que se referisse à realização de uma Oficina Temática sobre Radiações e Radioatividade. Apareceram oito trabalhos que eram OT sobre outros temas que não Radiações e Radioatividade e 26 trabalhos que tratavam sobre Radioatividade e Radiações, mas não relacionados à realização de oficinas temáticas.

Dos trabalhos que tratavam sobre Radiações e Radioatividade, 16 eram voltados para o ensino médio, dois para o ensino fundamental, um para o ensino técnico, dois para o ensino superior, quatro aplicados com professores de Ciências e Física do ensino médio e um com acadêmicos de Química e Física. Com relação à área de ensino, oito eram ligados ao ensino de Química, sete ao ensino de Física, três ao ensino de Química e Física, quatro ao ensino de Ciências e quatro apresentavam caráter interdisciplinar, agregando as disciplinas de Física, Química e Biologia. Entre os trabalhos analisados, apenas dois foram desenvolvidos pelo PIBID.

Os 26 trabalhos encontrados, bem como um resumo de seus aspectos mais relevantes, são apresentados no quadro 7. A seguir descreveremos de forma sucinta apenas aqueles trabalhos cujas características são mais semelhantes à nossa proposta.

Quadro 7 - Trabalhos publicados no ENPEC e síntese dos aspectos de interesse (período 2010-2020).

Autor e título da publicação	Síntese dos aspectos de interesse
VIII ENPEC – 2011	
SILVA; PESSANHA; BOUHID. Abordagem do tema controverso Radioatividade/Energia Nuclear em sala de aula no Ensino Médio – Um Estudo de Caso.	Estudo de caso na perspectiva CTS para o desenvolvimento do tema controverso Radioatividade/Energia Nuclear dentro da lógica da complexidade. Debate entre os alunos do EM sobre os prós e os contras do uso da energia nuclear e da Radioatividade.
COSTA; CUNHA; AIRES. Análise de uma Proposta Didática sobre Radioatividade a partir da História e Filosofia da Ciência.	Utilização do texto “A natureza das partículas alfa nas substâncias radioativas” de Rutherford e Roys (1909) para elaboração de uma unidade didática contemplando a temática Radioatividade. A proposta abordou a concepção de ciência, cientista, a construção do conhecimento científico e conceitos específicos sobre a Radioatividade com alunos do EM.
SILVA; PEREIRA. Radiações Ionizantes em livros didáticos do nono ano do ensino fundamental.	Investigação sobre como a temática Radiações Ionizantes está inserida em livros didáticos de Ciências do nono ano do EF no PNL D 2008.
GOMES; ECHEVERRÍA; FURTADO. A mediação semiótica dos instrumentos culturais na aprendizagem de conceitos científicos.	Elaboração da sequência didática “Da instabilidade nuclear à instabilidade social” com o intuito de investigar a ação mediadora entre agente e ferramenta cultural na discussão sobre o conceito de radiação em aulas de Física do EM.
SILVA; PENIDO. Importância da inserção do tema Radiações Ionizantes na formação de professores de Física.	Discussão acerca da importância da abordagem do conteúdo de Radiações Ionizantes na formação de professores de Física, bem como da atualização curricular dos cursos de Física do EM com a inserção de tópicos de Física Moderna e

	Contemporânea.
IX ENPEC – 2013	
CRUZ; MESQUITA; SOARES. H'Química – O uso dos quadrinhos para o ensino de Radioatividade.	Estudo de caso onde foi proposta a elaboração de histórias em quadrinhos tendo como tema central a Radioatividade. Trabalho interdisciplinar desenvolvido com alunos do EM.
ARAÚJO; DICKMAN. Energia nuclear e radioatividade: como estes tópicos são abordados pelos professores no ensino médio.	Sondagem com professores de Física, Química e Biologia do EM sobre sua prática docente, seu conhecimento sobre energia nuclear e radiação e as dificuldades encontradas ao ensinar tópicos relacionados com esse tema no nível médio.
X ENPEC – 2015	
FERNANDES; CAMPOS. Análise das questões sobre radioatividade no ENEM.	Análise das questões do ENEM sobre Radioatividade nas edições de 1998 a 2014 com relação ao tipo de questão, contextualização, disciplinaridade, recursos visuais, eixo cognitivo e aplicações da Radioatividade.
BATISTA; SIQUEIRA; REIS. Design de uma TLS sobre Radioatividade.	Apresenta o percurso teórico-metodológico para o desenho e validação de uma <i>Teaching-Learning Sequence (TLS)</i> sobre a Radioatividade com alunos do EM. Resolução de uma situação-problema denominada “ <i>diagrama radioativo</i> ”.
SILVA; ALMEIDA. Exames de diagnóstico médico por imagem: justificativas para sua abordagem no ensino básico de Física.	O trabalho investiga se a abordagem da temática exames de diagnóstico médico por imagem (especialmente aqueles relacionados ao uso das Radiações) encontra ressonância na literatura da área de ensino de Física e nos PCNs, podendo contribuir para o ensino de Física Moderna e Contemporânea no EM.
GOMES; FORATO. Construindo uma abordagem histórica da Radioatividade.	Definição dos aspectos científicos e metacientíficos de um episódio histórico a serem enfatizados ou omitidos no processo de construção de uma abordagem didática da história da Radioatividade para o EM.
SANTOS <i>et al.</i> Concepções de estudantes do ensino médio sobre Radioatividade.	Análise das concepções dos estudantes do EM sobre Radioatividade. Desenvolvimento de uma Situação de Estudo denominada “ <i>Radioatividade: quem disse que só faz mal?</i> ”. Apresentação de seminários e júri químico no contraturno pelas turmas envolvidas.
CALHEIRO; DEL PINO. O estudo das Representações Sociais de estudantes do ensino médio acerca do tema radiação.	Identificação e caracterização das representações sociais de alunos do EM sobre o estudo das Radiações com ênfase nas competências específicas das unidades temáticas sugeridas nos PCN+: Radiações e suas interações e energia nuclear e Radioatividade. Recorte de uma pesquisa de Doutorado.
SOUZA <i>et al.</i> O estudo da percepção de professores sobre o uso de novas tecnologias visando à implementação de projetos interdisciplinares.	Apresentação de um experimento controlado remotamente sobre Radiações ionizantes e não ionizantes para professores da área das Ciências da Natureza do EM e ES, bem como sugestão de uma metodologia pedagógica de exploração do experimento pelos mesmos, levando em conta aspectos da interdisciplinaridade e dos temas transversais.
SOUSA; SOARES. Expressão corporal no Ensino de Química: jogos teatrais para a discussão de conceitos relacionados à radioatividade.	Trabalho com o conceito de período de semidesintegração radioativa por meio de um jogo teatral com estudantes do ensino médio, tendo como base as teorias teatrais de Viola Spolin e Olga Reverbel.
XI ENPEC – 2017	
CALHEIRO; DEL PINO. O estudo da luz visível no ensino médio, a partir do campo conceitual de Vergnaud.	Análise dos invariantes operatórios dos alunos do EM dentro do campo conceitual das Radiações Eletromagnéticas por meio da implementação de uma Unidade de Ensino

	Potencialmente Significativa com situações-problema de diferentes tipos de Radiações. Pesquisa de Doutorado.
SALGADO; SILVA. Noções básicas de segurança no trabalho com radiações: uma abordagem para calouros por meio do método de Estudo de Caso.	Resolução de estudos de caso sobre incidentes envolvendo Radiações ou materiais radioativos por calouros de um curso de Química da UFRGS no módulo sobre Segurança no Trabalho com Radiações.
GOMES; SILVA; SOUZA. Uma investigação sobre o uso de um texto de divulgação científica no ensino de radioatividade no nível médio.	Utilização do texto “Radioisótopos na Medicina” com o intuito de identificar as concepções iniciais dos estudantes do EM sobre Radioatividade, discutir questões sociocientíficas relacionadas a temática e avaliar em que medida o texto pode contribuir na compreensão dos estudantes quanto aos aspectos relativos a conceitos, natureza da Ciência e aplicações na medicina.
HOMRICH; PERALTA; GONÇALVES. “A menina que comeu Césio”: articulações entre literatura e ensino de Química.	Investigação acerca do potencial do livro “ <i>A menina que comeu Césio</i> ” para trabalhar o conteúdo sobre Radioatividade com estudantes do EM.
XII ENPEC – 2019	
NUNES; MESQUITA. Análise da temática radioatividade nos PCC de Licenciatura em Química do estado de Goiás.	Estudo dos projetos pedagógicos de curso de cinco instituições de ensino superior de Goiás que ofertam a Licenciatura em Química com o objetivo de identificar a forma como a temática Radioatividade é abordada.
MONTEDO; MARINELLI. Do Ensino de Física à Democratização do debate nuclear.	Incorporação da Física Contemporânea nas aulas de Física no EM por meio da abordagem da Física Nuclear, discutindo questões que envolvem conhecimentos sobre Radioatividade e as Usinas Nucleares Brasileiras.
BRITO; FERREIRA. Estudo da radioatividade em uma abordagem CTS para o ensino superior: caminhos para a tomada de decisão.	Estudo de caso desenvolvido por meio do curso de extensão “Radioatividade e sociedade: Transformando pontos de vista” com acadêmicos de Química, Física e Ciências da Natureza. Sondagem das concepções iniciais dos estudantes, exposição de vídeos documentários e realização de um <i>roleplay</i> .
SILVA; MAXIMILLA; SCHWANTES. Ensino das radiações solares: o que pensam os estudantes?	Análise das compreensões dos estudantes do último ano do EF sobre a temática das Radiações solares à luz da perspectiva CTS no campo educacional.
COUSSIRAT; FRAGA; SALGADO. Mapas conceituais como método para avaliar conhecimentos adquiridos sobre radioatividade na estratégia de rotação por estações.	Estudo de caso para investigar de que forma o uso do Ensino Híbrido, por meio da Estratégia de Rotação por Estações (RPE), pode contribuir para a compreensão de conceitos no campo de Radiações e Radioatividade por parte de estudantes do EM. Avaliação por meio de mapas conceituais.
ARAUJO; EICHLER. Curso de extensão como estratégia para trabalhar radiações e tópicos de Física Moderna e Contemporânea com professores de Ciências.	Aplicação do curso de extensão “ <i>As Radiações que nos cercam: ondas ou partículas</i> ” com objetivo de analisar as potencialidades e operacionalidades dessa abordagem para trabalhar tópicos de Física Moderna e Contemporânea com professores de Ciências utilizando recursos da cultura digital.
SOUZA; SOUZA; BEZERRA. Radioatividade: Mocinha ou Vilã? Uma sequência de ensino e aprendizagem com foco nas relações CTSA por meio de QSC’s.	Aplicação da Sequência de Ensino e Aprendizagem “ <i>Radioatividade e suas relações com a sociedade: mocinha ou vilã?</i> ” pautada na perspectiva CTSA para compreensão de conceitos relativos à Radioatividade e suas implicações científicas, tecnológicas, sociais e ambientais com alunos do EM.

Fonte: Banco de dados, organizados pela autora (2020).

O trabalho realizado por Silva, Pessanha e Bouhid (2011) consistiu em um estudo de caso que teve como objetivo analisar a aplicabilidade da abordagem CTS para o desenvolvimento de um tema controverso dentro da lógica da complexidade. Os autores investigaram as concepções dos alunos do ensino médio de uma escola da rede pública da Zona Norte do município do Rio de Janeiro/RJ sobre Radioatividade. Para o desenvolvimento da atividade e análise dos resultados foi abordado o conceito da lógica do terceiro incluído. Os tópicos trabalhados foram os seguintes: conceito de energia nuclear e Radioatividade, fontes combustíveis promovidas pela radiação, o acidente nuclear ocorrido no Japão em 2011, bem como os impactos ambientais e sociais deste evento. Foi organizado um debate entre os estudantes com a formação de dois grupos, um argumentando a favor do uso da energia nuclear e da Radioatividade e outro argumentando contra. Foi entregue para cada grupo material retirado de revistas, jornais, apostilas didáticas da CNEN e artigos científicos sobre a utilização da Radioatividade na medicina nuclear, indústria de alimentos e de bens e serviços, bem como materiais sobre os fatores que desencadearam o acidente radiológico de Goiânia em 1987. O trabalho foi desenvolvido por um grupo de professores que ministram as disciplinas de Biologia, Física e Química, em um trabalho interdisciplinar.

Costa, Cunha e Aires (2011) relatam a aplicação de uma proposta de utilização da História e Filosofia da Ciência no ensino de Química para abordar a temática Radioatividade com alunos do ensino médio. Por meio do texto clássico intitulado “*The Nature of the α Particle from Radioactive Substances*” (A natureza das partículas alfa nas substâncias radioativas) de Rutherford e Roys (1909), os autores elaboraram uma unidade didática contemplando a temática Radioatividade, a qual foi aplicada com estudantes do ensino médio de uma escola estadual da região metropolitana de Curitiba/PR. A atividade teve como objetivo não só tratar dos conteúdos químicos específicos presentes no artigo, mas também fazer os alunos refletirem sobre como se dá o processo de construção do conhecimento científico, desmistificando a visão de senso comum sobre o cientista. A análise da proposta foi realizada mediante a aplicação de dois questionários que abordaram a concepção de ciência, cientista, aspectos sobre a construção do conhecimento científico e conceitos específicos sobre a Radioatividade.

A proposta apresentada por Santos *et al.* (2015) refere-se à análise das concepções dos estudantes sobre Radioatividade, coletadas por meio de um questionário aplicado aos alunos antes do desenvolvimento de uma Situação de Estudo. A SE denominada “*Radioatividade: quem disse que só faz mal?*” foi aplicada por um grupo de bolsistas do programa PIBID/Química para estudantes do segundo ano de um Curso Técnico em Informática de um

Instituto Federal da Bahia. Na proposta foram trabalhados os conceitos de Radioatividade de forma contextualizada, visando relacionar o que era abordado em sala de aula com a realidade dos alunos e com fatos presentes na mídia. Entre as atividades realizadas estão a apresentação de seminários entre as turmas envolvidas, durante o contraturno das aulas, sendo estes seminários produzidos pelos próprios alunos do segundo ano, e preparação e apresentação de um júri químico pelos estudantes também no contraturno.

No trabalho de Gomes, Silva e Souza (2017) realizou-se uma investigação inicial sobre a introdução da temática Radioatividade no ensino médio, a partir da utilização de um texto de divulgação científica intitulado “Radioisótopos na medicina”, publicado pela revista *Ciência Hoje*. A proposta teve como intuito a identificação das concepções iniciais dos estudantes sobre Radioatividade, a leitura do texto e, concomitantemente, a discussão dos aspectos que envolviam questões sociocientíficas relacionadas à Radioatividade, além de avaliar em que medida esse texto pode contribuir na compreensão dos estudantes quanto aos aspectos relativos a conceitos, natureza da Ciência e aplicações na medicina. Para a coleta de dados, foi utilizada a gravação em áudio e a aplicação de dois questionários, sendo um no início da aula e o outro após a leitura e discussão do referido texto. O trabalho foi desenvolvido com alunos do ensino médio de uma escola da rede pública de Brasília/DF. No tocante ao enfoque dado a temática Radioatividade, enfatizando a sua aplicação na área da medicina nuclear e ao aspecto de sondagem das concepções dos estudantes antes e depois da aplicação da proposta, este trabalho assemelha-se com o desenvolvido na presente investigação, embora a estratégia de ensino aplicada seja um pouco diferente da nossa.

Coussirat, Fraga e Salgado (2019) desenvolveram um estudo de caso para investigar de que forma o uso do Ensino Híbrido, por meio da Estratégia de Rotação por Estações (RPE), pode contribuir para a compreensão de conceitos no campo de Radiações e Radioatividade por parte de estudantes do ensino médio. A estratégia de RPE foi adaptada do método “*Blended Learning: Station- Rotation Model*”, que envolve etapas *on-line* e *off-line*. Para avaliar os conhecimentos adquiridos a partir da estratégia de RPE foram construídos mapas conceituais pelos alunos. A proposta foi aplicada com estudantes do ensino médio de uma escola pública de Porto Alegre/RS.

O trabalho de Souza, Souza e Bezerra (2019) consistiu em analisar as contribuições e limitações da aplicação de uma Sequência de Ensino e Aprendizagem pautada na perspectiva CTSA para compreensão de conceitos relativos à Radioatividade e suas implicações científicas, tecnológicas, sociais e ambientais. A sequência de ensino e aprendizagem intitulada “*Radioatividade e suas relações com a sociedade: mocinha ou vilã?*” teve entre

outras atividades a produção de textos pelos estudantes a partir de notícias de portais eletrônicos e resolução de questões sociocientíficas estruturadas no contexto da temática em quatro eixos principais: Radioatividade na alimentação, Radioatividade na medicina, Radioatividade na produção de energia e Radioatividade na produção de armas químicas. A proposta foi desenvolvida com estudantes do ensino médio de uma escola estadual de ensino semi-integral no município de Vitória de Santo Antão, no interior do estado de Pernambuco.

Na pesquisa realizada no LUME e em alguns eventos do ensino de Química, Física e Ciências com relevância regional e nacional, observou-se que a maioria dos trabalhos que tratam sobre a temática Radiações e Radioatividade são voltados para o ensino médio, havendo poucos trabalhos direcionados para o ensino fundamental, EJA e ensino superior. No tocante às estratégias de ensino, a maioria refere-se ao desenvolvimento de sequências didáticas ou similares, as quais abordam a temática Radioatividade com enfoque para a energia nuclear, processos de fissão e fusão nuclear, decaimentos radioativos e funcionamento de usinas nucleares. Ressaltando que há praticamente uma unanimidade na abordagem sobre os acidentes radioativos que ocorreram pelo mundo e o episódio das bombas atômicas.

Percebe-se que há poucos trabalhos que enfatizam as aplicações benéficas da Radioatividade, em especial suas aplicações na área da medicina, como é o caso da nossa proposta. Não foi encontrada nenhuma estratégia de ensino que se referisse à realização de uma Oficina Temática para abordar o uso da radiação na área da medicina para o diagnóstico e tratamento de doenças, em especial o câncer. Essa constatação reforça a ideia de que mais propostas pedagógicas nesse sentido devem ser pensadas para se trabalhar com estudantes de todos os níveis de ensino, a fim de levar ao conhecimento da sociedade de forma mais enfática os benefícios da Radioatividade, ao invés de ressaltar apenas os seus malefícios. Nesse sentido, pode-se dizer que o uso da temática Radiações/Radioatividade aplicada à medicina constitui-se em um campo aberto para investigações, com grandes potencialidades para se trabalhar tópicos do ensino de Química, Física e Ciências.

7 METODOLOGIA

7.1 METODOLOGIA DA PESQUISA

O desenvolvimento da pesquisa tem se mostrado cada vez mais importante no campo educacional, visto que tem auxiliado no enfrentamento de muitos problemas existentes nesta área.

A pesquisa em ensino apresenta, de maneira geral, como fenômeno de interesse (Moreira, 2011) o ensino, a aprendizagem, a avaliação, o currículo e o contexto. Nesse sentido, os eventos investigados pela pesquisa em ensino são episódios, acontecimentos, situações, relativos ao ensino, aprendizagem, currículo, contexto e avaliação ou à combinação deles. E o cenário onde essa pesquisa se desenvolve é a própria sala de aula ou a escola, como um todo.

De acordo com Lüdke e André (2017), ao realizar uma investigação acerca de um problema, o pesquisador precisa promover um confronto entre os dados, as evidências, as informações recolhidas sobre determinado assunto e o conhecimento teórico que existe a respeito dele. Deve-se proceder assim, também, com as pesquisas em educação. O problema a ser investigado deve despertar o interesse do pesquisador, e este, através de sua atividade investigativa precisa buscar soluções para o referido problema, construindo novos conhecimentos a partir daqueles já existentes.

No presente trabalho desenvolveu-se uma pesquisa de caráter qualitativo, a qual, segundo Moreira (2011), tem como característica básica “o interesse central da pesquisa na questão dos significados que as pessoas atribuem a eventos e objetos, em suas ações e interações dentro de um contexto social e na elucidação e exposição desses significados pelo pesquisador.” (MOREIRA, 2011, p.47).

Ainda no sentido de caracterizar a pesquisa qualitativa, Lüdke e André (2017), ressaltam que “a pesquisa qualitativa ou naturalística envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes.” (LÜDKE; ANDRÉ, 2017, p.14).

O enfoque qualitativo ou interpretativo da presente pesquisa se justifica pelo estudo do contexto particular da sala de aula, onde procurou-se analisar a singularidade de cada sujeito no modo como constrói sua aprendizagem e pela imersão da pesquisadora nesse contexto. É

importante destacar, também, que a temática escolhida partiu do interesse dos próprios estudantes, e nesse sentido, se insere o caráter de contextualização dado a esta pesquisa.

Sobre a importância do contexto da sala de aula no âmbito da pesquisa qualitativa, Moreira (2011, p.49) coloca que:

[...] A sala de aula, por exemplo, é vista como um ambiente organizado social e culturalmente, no qual ações mudam constantemente, significados são adquiridos, trocados, compartilhados. Naturalmente, o contexto assume então um papel de destaque, pois os significados e as ações são contextuais. A pesquisa interpretativa procura analisar criticamente cada significado em cada contexto. O pesquisador, nessa perspectiva, pergunta-se continuamente que significados têm as ações e os eventos de ensino, aprendizagem, avaliação e currículo para os indivíduos que deles participam. Indaga-se permanentemente sobre o que está acontecendo e como isso se compara com o que está acontecendo em outros contextos.

A pesquisa qualitativa apresenta cinco características básicas que configuram esse tipo de estudo, conforme colocam Lüdke e André (2017), as quais serão descritas a seguir, relacionando cada uma delas com a metodologia adotada na presente pesquisa, que a tornam uma pesquisa de cunho qualitativo.

A primeira característica apresentada pelas referidas autoras é que a pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento. Nesse sentido, “a pesquisa qualitativa supõe o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo investigada, via de regra, pelo trabalho intensivo de campo” (LÜDKE; ANDRÉ, 2017, p.12).

A pesquisa foi realizada por meio do desenvolvimento de uma Oficina Temática e teve como ambiente natural a sala de aula da escola (lôcus da pesquisa) onde a pesquisadora atua como professora, sendo que os sujeitos da pesquisa foram os próprios estudantes com os quais a pesquisadora trabalha a disciplina de Química. A pesquisa desenvolveu-se na Escola Estadual de Educação Básica Feliciano Jorge Alberto, uma escola pública localizada na sede do município de Redentora, o qual se situa na região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, na microrregião Celeiro. A direção da escola forneceu à pesquisadora uma carta de anuência (APÊNDICE A), na qual concedia autorização para a realização da referida pesquisa no espaço escolar.

A escola Feliciano Jorge Alberto é a maior escola em número de alunos do município. No ano letivo de 2019, a escola contava com aproximadamente 430 alunos regularmente matriculados, de acordo com os dados do censo escolar. A instituição atua nos três turnos e oferece os seguintes cursos: Ensino Fundamental de Nove Anos e Ensino Médio na modalidade Regular, Educação de Jovens e Adultos (EJA) - Ensino Fundamental e Médio - e

Curso de Educação Profissional Técnico em Contabilidade, nas modalidades subsequente e também concomitante. Conta com um quadro de servidores formado por 36 professores e oito funcionários. O educandário apresenta uma boa estrutura física, destacando um Laboratório de Ciências bem amplo e organizado, embora carente de materiais para o desenvolvimento das aulas práticas e sem contar com monitor ou professor para atender esse espaço.

A pesquisa de intervenção no meio escolar foi realizada com os estudantes de uma turma do Segundo Ano do Ensino Médio na modalidade regular, do turno da manhã. Sendo que a mesma era constituída por 29 alunos regularmente matriculados, sendo que cinco alunos foram transferidos ao longo do ano letivo e dois eram infrequentes. Desse modo, 22 estudantes frequentavam efetivamente as aulas e participaram da pesquisa e da realização da Oficina Temática. Os estudantes tinham idades entre 16 e 19 anos, sendo 11 meninas e 11 meninos. Dos 22 alunos participantes, 17 apenas estudavam, enquanto os outros cinco já trabalhavam em alguma atividade remunerada, além de estudar.

Este grupo de alunos foi escolhido por ter demonstrado nas aulas de Química um grande interesse em entender de que forma a radiação era utilizada para o tratamento de doenças, em especial o uso da Radioterapia para o tratamento do câncer. Outro motivo que levou a escolha da referida turma foi o fato do conteúdo sobre Radiações e Radioatividade fazer parte do Programa de Ensino de Química da escola a ser desenvolvido com o Segundo Ano do Ensino Médio.

Para a realização da pesquisa todos os alunos participantes assinaram o Termo de Assentimento (APÊNDICE B), declarando sua concordância em participar da mesma. Sendo que os pais/responsáveis pelos alunos menores de 18 anos de idade assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE, (APÊNDICE C), no qual expressaram o seu consentimento com relação à participação de seus filhos na pesquisa. No caso dos estudantes maiores de idade, eles próprios assinaram o TCLE.

Antes de iniciar a Oficina Temática, foram aplicados aos estudantes dois questionários. O primeiro questionário foi aplicado para a Coleta de Dados (APÊNDICE D), tendo como objetivo a caracterização da turma e a sondagem a respeito da opinião dos alunos sobre alguns aspectos inerentes ao ensino de Química. O segundo questionário, denominado Questionário Geral Inicial (APÊNDICE E), teve como intuito identificar as concepções iniciais dos estudantes a respeito da temática que seria trabalhada na Oficina.

A segunda característica que configura a pesquisa qualitativa é que os dados coletados são predominantemente descritivos. De acordo com Lüdke e André (2017):

O material obtido nessas pesquisas é rico em descrições de pessoas, situações, acontecimentos; inclui transcrições de entrevistas e de depoimentos, fotografias, desenhos e extratos de vários tipos de documentos. Citações são frequentemente usadas para subsidiar uma afirmação ou esclarecer um ponto de vista. Todos os dados da realidade são considerados importantes. (LÜDKE; ANDRÉ, 2017, p.13).

Para coletar os dados da pesquisa foram utilizados vários instrumentos, tais como: questionário para caracterização da turma (APÊNDICE D); questionário de pré-teste (APÊNDICE E), o qual serviu de base para sondar as concepções iniciais dos estudantes sobre o conteúdo a ser trabalhado na Oficina Temática; questionário de pós-teste, denominado de Questionário Geral Final (APÊNDICE F), cujo objetivo foi avaliar se houve avanços na construção do conhecimento por parte dos estudantes, tendo em vista a metodologia de ensino empregada. Além dos questionários foram utilizados também instrumentos de coleta como: relatórios sobre palestras; resumos do conteúdo trabalhado em aula; produções textuais; apresentações de trabalhos em slides, utilizando recursos multimídia; pesquisas realizadas pelos alunos em livros, jornais, revistas e internet; fotografias das atividades desenvolvidas na sala de aula e no laboratório de informática; minicursos organizados e ministrados pelos alunos da turma para estudantes de outras turmas; apresentação dos minicursos na Feira de Ciências da escola; e, também, o diário de bordo da pesquisadora com anotações feitas sobre o trabalho dos alunos em sala de aula.

Todos os instrumentos que serviram como base para a coleta de dados tinha cunho estritamente descritivo. E, a partir deles a pesquisadora fez a triangulação de dados, a qual, conforme Moreira (2011) configura-se como o emprego e a combinação de várias metodologias de pesquisa no estudo de um mesmo fenômeno e que pode ser usada tanto na pesquisa qualitativa quanto quantitativa.

A terceira característica que a pesquisa naturalística traz e que esteve presente no contexto da realização da Oficina Temática é o fato de que a preocupação com o processo é maior do que com o produto. A pesquisadora teve como objetivo maior ao longo do seu trabalho verificar de que forma a metodologia de ensino empregada contribuiu na construção de conhecimento por parte dos estudantes. Essa estratégia didática expressa na forma de uma Oficina Temática tem como base a contextualização de temáticas que estejam relacionadas com a vivência dos estudantes, partindo do interesse dos mesmos e despertando sua curiosidade sobre o conhecimento químico. Outro foco importante a ser analisado consistiu em observar e entender o processo de construção do conhecimento pelos estudantes, suas dificuldades, seus avanços e limites. Nesse sentido, é que se pode dizer que o processo é mais importante que o produto da pesquisa.

A quarta característica da pesquisa interpretativa evidencia que o pesquisador deve dar atenção especial ao significado que as pessoas dão às coisas e à sua vida. “Nesses estudos há sempre uma tentativa de capturar a ‘perspectiva dos participantes’, isto é, a maneira como os informantes encaram as questões que estão sendo focalizadas”. (LÜDKE; ANDRÉ, 2017, p. 14). Ao longo da realização da pesquisa, essa característica esteve presente de diversas formas: considerando as concepções iniciais que cada estudante já possuía sobre a temática; acolhendo suas dúvidas; analisando seus pontos de vista acerca do assunto estudado; observando a forma como cada um se envolvia no desenvolvimento dos trabalhos; identificando suas dificuldades e tentando sanar as mesmas; favorecendo momentos de interação, diálogo e troca de experiências entre os grupos; e, principalmente através da observação e da leitura dos materiais produzidos pelos alunos, fazendo a necessária mediação entre os conceitos do senso comum e os conceitos de nível científico.

A quinta e última característica do estudo qualitativo enfatiza que a análise dos dados tende a seguir um processo indutivo. Esse tipo de pesquisa tem a percepção pessoal do pesquisador. Não havia hipóteses fechadas ou questões pré-definidas antes do início da pesquisa e que deveriam ser testadas. Os resultados foram sendo produzidos ao longo do processo, com o desenvolvimento das atividades propostas na Oficina Temática. No início do trabalho havia questões mais amplas que foram se delineando e tomando corpo, resultando no produto final. Algumas atividades foram repensadas, reavaliadas e modificadas a fim de possibilitarem aos estudantes um melhor entendimento do que estava sendo trabalhando.

Mesmo sendo um processo indutivo, cabe ressaltar que a coleta e a análise dos dados seguiram um embasamento teórico, conforme se pode ver em Moreira (2011) e Lüdke e André (2017). Os materiais que foram produzidos pelos alunos no decorrer da pesquisa foram analisados de forma descritiva, discursiva, comparando as respostas dos estudantes antes da realização da Oficina Temática e depois da realização da mesma. Desse modo, a pesquisadora foi tecendo os caminhos que levaram aos resultados finais da pesquisa e constatando em que nível foram sendo construídos os conhecimentos dos educandos.

Quanto aos procedimentos metodológicos, pode-se dizer também que a presente pesquisa apresenta um caráter de Pesquisa-ação, visto que a pesquisadora e os participantes estão envolvidos de modo participativo no processo.

7.2 METODOLOGIA DA ESTRATÉGIA DIDÁTICA

A pesquisa de intervenção no meio escolar foi realizada por meio do desenvolvimento de uma Oficina Temática (OT). Segundo Marcondes (2008), nesse tipo de metodologia de ensino, os conteúdos químicos, focos do ensino, são selecionados em função do tema que se pretende abordar em sala de aula.

As principais características pedagógicas que uma Oficina Temática apresenta podem ser assim resumidas:

Utilização da vivência dos alunos e dos fatos do dia-a-dia para organizar o conhecimento e promover aprendizagens; abordagem de conteúdos da Química a partir de temas relevantes que permitem a contextualização do conhecimento; estabelecimento de ligações entre a Química e outros campos de conhecimento necessários para se lidar com o tema em estudo; participação ativa do estudante na elaboração do seu conhecimento. (MARCONDES, 2008, p. 68).

Para o desenvolvimento das intervenções durante a Oficina Temática optou-se por trabalhar com a metodologia dos três Momentos Pedagógicos. Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018), as Oficinas Temáticas possuem a contextualização como uma de suas principais características. E podem ser estruturadas em três Momentos Pedagógicos (MP) que consistem em: 1ºMP - Problematização inicial; 2ºMP - Organização do conhecimento e 3ºMP - Aplicação do conhecimento.

A Oficina Temática desenvolvida teve como tema “O uso da radiação na medicina: Raios-X e Radioterapia”. A temática abordada referiu-se ao uso da radiação na área da medicina, em especial das Radiações do tipo Raios-X, utilizado para o diagnóstico de doenças, e das Radiações alfa, beta e gama, utilizadas no tratamento do câncer através da Radioterapia. Esta temática foi escolhida devido ao grande interesse demonstrado por esse assunto pelos alunos nas aulas de Química, ainda quando cursavam o Primeiro Ano do Ensino Médio.

O interesse demonstrado pelos estudantes se relaciona com o fato do município de Redentora localizar-se numa região essencialmente agrícola, onde a utilização de agrotóxicos nas lavouras é muito intensa. Isso se constitui numa problemática, visto que em nossa região o número de pessoas que estão desenvolvendo câncer é bastante elevado, o que pode estar relacionado com o uso abusivo de agrotóxicos. Diante desta realidade, muitos alunos têm parentes e conhecidos que realizam tratamento para o câncer através da Radioterapia e havia

entre os estudantes grande curiosidade para saber de que forma o uso da radiação poderia curar doenças, se o conhecimento que a maioria deles tinha era de que a radiação seria responsável por desencadear o câncer e outras doenças. O estudo sobre a radiação do tipo Raios-X foi escolhido visto que os exames mais comuns que as pessoas da comunidade realizam são os que utilizam a radiação do tipo Raios-X.

Outro aspecto considerado ao optar-se pelo desenvolvimento de uma Oficina Temática foi o fato desse tipo de metodologia didática oportunizar um trabalho contextualizado, relacionando os conceitos químicos com temáticas ligadas a vivência dos estudantes. O trabalho com a temática Radiações possibilitou aos alunos conhecer quais as aplicações benéficas das Radiações na sociedade, em especial no campo da medicina. Visto ser importante destacar que quando este conteúdo é trabalhado em sala de aula geralmente se dá maior ênfase aos malefícios que as Radiações e a Radioatividade causam para as pessoas e para o ambiente do que os seus benefícios.

A elaboração da OT, com a escolha dos materiais e a organização das atividades a serem desenvolvidas com os estudantes iniciou-se em meados do mês de Junho e estendeu-se até Agosto de 2019. A OT foi aplicada ao longo dos meses de Setembro e Outubro de 2019, envolvendo em torno de 12 períodos de aula. Sendo que a carga horária da disciplina de Química da turma era de dois períodos semanais de 50 minutos cada.

A estrutura da Oficina Temática, cujo roteiro completo encontra-se no APÊNDICE G deste trabalho, foi organizada tendo como Problematização inicial (1º MP) um questionamento prévio aos estudantes sobre os conhecimentos que estes já possuíam a respeito do uso da radiação para diagnóstico e tratamento de doenças. Foi trabalhada também uma Simulação do Laboratório Virtual da USP que tratava sobre Raios-X.

A organização do conhecimento (2º MP) foi dividida em duas partes, para facilitar o trabalho e para melhor compreensão dos conceitos químicos pelos estudantes.

A primeira parte enfocou o trabalho dos conhecimentos relacionados à radiação do tipo Raios-X. Sendo que foram utilizados três períodos de aula, onde foram desenvolvidas atividades como: uso de analogias que mostram como a radiação do tipo Raios-X permite visualizar a estrutura óssea da mão, adaptadas do Programa PIBID (COUSSIRAT; SALGADO, 2018); observação de radiografias que os estudantes trouxeram para a aula; realização de palestra com Técnica em Radiologia; e, aprofundamento dos conhecimentos teóricos sobre Radiações, em especial os Raios-X.

Na segunda parte do 2º MP, o objeto de estudo foi a Radioatividade e como as Radiações alfa, beta e gama podem ser utilizadas no tratamento do câncer através da

Radioterapia. Foram utilizados também em torno de três períodos de aula para a realização das atividades, as quais em linhas gerais foram as seguintes: trabalho com vídeo explicativo sobre Radioatividade e os tipos de Radiações nucleares; utilização de uma Simulação do Laboratório Virtual da USP sobre Radioatividade; jogo com miçangas para trabalhar o conceito de tempo de meia vida, adaptado do Programa PIBID (COUSSIRAT; SALGADO, 2018); trabalho em grupos com leitura de reportagens sobre a utilização da radiação para o tratamento do câncer através da Radioterapia, destacando os tipos de Radioterapia (Braquiterapia e Teleterapia) e diferenciando o tratamento do câncer com Radioterapia do tratamento com Quimioterapia. Posteriormente os grupos fizeram a apresentação dos tópicos estudados na forma de Seminários.

O terceiro Momento Pedagógico (3º MP) da OT, o qual se caracteriza pela aplicação do conhecimento, ou seja, abordar de forma sistemática o conhecimento que vem sendo construído pelo aluno foi estruturado da seguinte forma: os estudantes organizados em grupos deveriam escolher um subtema dentro da temática geral “Radiações e Radioatividade”. Sobre o assunto escolhido cada grupo organizou e ministrou uma pequena oficina ou minicurso para os estudantes de outras turmas da escola, as quais foram realizadas no contra turno de aula. Os estudantes também apresentaram os minicursos na Feira de Ciências realizada pela escola no mês de novembro. Os temas escolhidos foram os seguintes: Energia Nuclear, Bombas Atômicas, Radioterapia e Radiação Infravermelha.

O detalhamento de todas as atividades realizadas em cada Momento Pedagógico da OT está descrito no Roteiro da mesma (APÊNDICE G). Este Roteiro, quando acrescido de uma introdução e orientações destinadas aos professores, dará origem ao Produto Educacional deste Mestrado Profissional.

8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo será apresentada a caracterização da escola onde foi desenvolvida a presente investigação, a caracterização dos sujeitos participantes da pesquisa e a apresentação e discussão dos resultados obtidos no decorrer do desenvolvimento da Oficina Temática.

Para a caracterização da escola foram coletados dados do censo escolar do ano letivo de 2019, fornecidos pela secretaria do educandário. E, também, foram consideradas informações que a própria pesquisadora possuía acerca da estrutura e do funcionamento da escola, visto que a mesma atua como professora na escola há dezenove anos. A caracterização do perfil dos estudantes foi realizada com base na análise das respostas obtidas através do questionário inicial para coleta de dados (APÊNDICE D), em especial na parte inicial do questionário (questões um e dois). A caracterização da escola e dos sujeitos da pesquisa será realizada de modo mais geral e de forma descritiva.

As demais respostas obtidas no questionário inicial para a coleta de dados (questões três, quatro e cinco), as quais se referem a aspectos inerentes ao ensino de Química, serão representadas através de gráficos ou de seus dados numéricos e, a seguir, analisadas de forma descritiva, tomando-se como referência para análise os trabalhos de autores que versam sobre o ensino de Ciências, em especial o ensino de Química. Do mesmo modo será procedido para a representação e análise dos dados do questionário geral inicial (APÊNDICE E) e do questionário geral final (APÊNDICE F).

O questionário geral inicial foi utilizado como pré-teste, servindo de base para conhecer as concepções iniciais dos estudantes sobre a temática a ser trabalhada ao longo da Oficina. Já o questionário geral final serviu como um pós-teste, cujo objetivo foi avaliar se houve avanços na construção do conhecimento por parte dos estudantes, tendo em vista a metodologia de ensino empregada.

Algumas produções feitas pelos alunos ao longo da realização da OT, que expressam resultados relevantes quanto ao processo de produção de conhecimentos pelos mesmos, também serão analisadas de forma descritiva. Quando se fizer necessário para auxiliar na discussão e no melhor entendimento dos resultados serão transcritas e analisadas, também de forma descritiva, algumas “falas” dos estudantes, especialmente quando estas aparecerem de forma mais representativa e forem bastante significativas para a situação analisada. A identificação dos estudantes será feita da seguinte forma: E1, E2, E3, e assim por diante.

8.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESCOLA

A pesquisa desenvolveu-se na Escola Estadual de Educação Básica Feliciano Jorge Alberto, uma escola pública localizada na sede do município de Redentora, o qual se situa na região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, na microrregião Celeiro. A escola Feliciano Jorge Alberto é a maior escola em número de alunos do município. No ano letivo de 2019, a escola contava com aproximadamente 430 alunos regularmente matriculados, estando assim distribuídos nos três turnos de funcionamento da escola: manhã – 189; tarde- 152 e noite: 81, de acordo com os dados do censo escolar daquele ano.

A instituição atende alunos da cidade e do interior do município, sendo que no ano de 2019, frequentavam a escola 130 alunos provenientes do interior. A mesma atende também alunos provenientes de municípios vizinhos como Coronel Bicaco e Campo Novo, os quais se deslocam até a escola para frequentar o Curso de Educação Profissional Técnico em Contabilidade, visto que a escola Feliciano é uma das poucas na região que oferece o referido curso. Pelo fato de Redentora abrigar parte da Reserva Indígena do Guarita, na escola também estudam alguns alunos indígenas, cerca de 15, dos quais a maioria (cerca de 11) também procuram a escola para frequentar o Curso Técnico em Contabilidade.

A escola oferece os seguintes cursos: Ensino Fundamental de Nove Anos e Ensino Médio na modalidade Regular, Educação de Jovens e Adultos (EJA) - Ensino Fundamental e Médio - e Curso de Educação Profissional Técnico em Contabilidade, nas modalidades subsequente e também concomitante. O quadro de servidores da escola é formado por 36 professores e oito funcionários.

O educandário apresenta uma boa estrutura física, contando com 12 salas de aula, secretaria, sala dos professores, sala de vídeo, biblioteca (informatizada, com bom acervo de livros e espaço amplo), auditório com capacidade para 150 pessoas, laboratório de informática (embora com computadores sucateados), laboratório de Ciências bem amplo e organizado (porém carente de materiais para o desenvolvimento das aulas práticas e sem contar com monitor ou professor para atender esse espaço), banheiros, cozinha e refeitório, ginásio de esportes, sala de Atendimento Educacional Especializado (AEE), para alunos portadores de deficiências, banheiro para cadeirantes, almoxarifado, além de outras dependências. A escola é adaptada com rampas para a acessibilidade de pessoas portadoras de deficiência física.

8.2 CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS DA PESQUISA

A pesquisa de intervenção no meio escolar foi realizada com os estudantes de uma turma do Segundo Ano do Ensino Médio na modalidade regular, do turno da manhã. A turma era constituída por 29 alunos regularmente matriculados, sendo que cinco alunos foram transferidos ao longo do ano letivo e dois eram infrequentes. Desse modo, 22 estudantes frequentavam efetivamente as aulas e participaram da pesquisa e da realização da Oficina Temática.

Os estudantes apresentavam idades entre 16 e 19 anos, sendo 11 meninas e 11 meninos. Dos 22 alunos participantes, 17 apenas estudavam, enquanto os outros cinco já trabalhavam em alguma atividade remunerada, além de estudar. As atividades remuneradas desenvolvidas pelos alunos se concentram em três áreas: agricultura (dois), comércio (dois) e serviço público (um).

Entre os estudantes que frequentavam regularmente as aulas, 19 afirmaram que gostariam de fazer algum curso de nível técnico ou superior e apenas três disseram não ter interesse em prosseguir seus estudos. Dos que pretendem prosseguir estudando, 11 ainda não decidiram qual curso desejam fazer e oito já fizeram sua opção. Sendo que desses oito alunos, quatro já frequentam no turno da noite o curso Técnico em Contabilidade oferecido pela escola na modalidade de estudos concomitantes. Os outros quatro pretendem fazer os cursos de mecânica (um) e técnico em enfermagem (três).

Quanto às respostas dos estudantes sobre as demais questões presentes nos questionários aplicados, estas serão representadas e analisadas nas sessões a seguir.

8.3 CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES REFERENTES AO ENSINO DE QUÍMICA

Nesta sessão serão apresentados e discutidos os dados referentes às concepções dos estudantes com relação à importância da disciplina de Química no seu currículo escolar e à aplicação dos conhecimentos químicos aprendidos em sala de aula no cotidiano. Também serão analisadas as concepções iniciais dos estudantes quanto ao desenvolvimento dos conteúdos de Química por meio da metodologia de ensino baseada na abordagem temática.

Estes dados foram obtidos por meio da aplicação do Questionário Inicial para a Coleta de Dados (APÊNDICE D), especificamente através das questões de números três, quatro e cinco.

8.3.1 Importância da Disciplina de Química no Currículo Escolar

Os estudantes foram questionados quanto à importância da disciplina de Química no seu currículo escolar. A análise dos dados mostrou que os 22 estudantes entrevistados consideram importante a disciplina de Química no seu currículo escolar. Estes dados indicam que a disciplina de Química vem contribuindo de forma relevante para a construção do conhecimento por parte dos estudantes, visto que estes têm consciência do papel que o conhecimento químico representa para a sua formação enquanto alunos e como cidadãos, instrumentalizando-os e tornando-os capazes de participar ativamente do debate das questões que envolvam o conhecimento químico na sociedade.

A Química se constitui em uma ferramenta importante para a construção do conhecimento pelos estudantes, em especial na sociedade atual marcada pela constante evolução no aspecto científico e tecnológico. A respeito da importância da Química no contexto escolar, a legislação que trata sobre as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006), apresenta a seguinte afirmação:

[...] a Química pode ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade. (BRASIL, 2006, p. 109).

Conforme ressaltam Santos e Schnetzler (2003), a importância do ensino de Química na escola se justifica por diversos motivos, entre eles: a presença da Química na constituição dos seres vivos, bem como em todos os processos vitais que ocorrem nestes; a grande dependência que a humanidade desenvolveu dos materiais e substâncias produzidos através do conhecimento químico; e também pela colaboração que a Química pode trazer para solucionar muitos dos problemas sociais que afligem a humanidade atualmente.

Nesse sentido, pode-se inferir que a importância atribuída à disciplina de Química pelos estudantes participantes da pesquisa decorre do fato do ensino de Química desenvolvido na escola contemplar os aspectos mencionados acima pelos autores. Dessa forma, a partir de um claro entendimento destes aspectos por parte dos alunos, os mesmos conseguem atribuir sentido ao seu aprendizado na disciplina de Química.

8.3.2 Aplicação dos conhecimentos químicos no cotidiano

Questionou-se os estudantes com relação à aplicação dos conhecimentos químicos aprendidos em sala de aula no seu cotidiano, bem como em quais situações eles percebiam a relação da Química com o seu dia a dia. Dos 22 estudantes pesquisados, 18 deles responderam que aplicam os conhecimentos químicos aprendidos em sala de aula no seu cotidiano, enquanto quatro estudantes disseram não aplicar.

O fato de 18 dos 22 estudantes pesquisados afirmarem que aplicam o conhecimento químico no seu cotidiano pode ser considerado um dado muito relevante, visto que o objetivo maior do ensino de qualquer disciplina, não somente da Química, é fazer com que os estudantes consigam relacionar os conteúdos aprendidos na escola com o seu cotidiano e consequentemente aplicá-los na realidade em que estão inseridos.

Nesse sentido, Chassot (1990) ressalta que o ensino dos conteúdos químicos precisa desenvolver no aluno a capacidade de ver a Química que ocorre nas múltiplas situações reais e que se apresentam modificadas a cada momento. Para o autor, a Química que se ensina deve estar ligada à realidade, sendo que, quantas vezes, os exemplos que se apresentam são desvinculados do cotidiano dos estudantes. “[...] o ensino de Química deve ser um facilitador da leitura do mundo. [...] Ensina-se Química, então, para permitir que o cidadão possa interagir melhor com o mundo”. (CHASSOT, 1990, p. 30).

Salienta-se, contudo, que quatro estudantes entre os entrevistados responderam que não utilizam no seu cotidiano os conhecimentos químicos aprendidos na escola. Este dado merece ser analisado com atenção no contexto do ensino de Química, visto que traz à tona uma situação que torna necessário, por parte dos professores, rever algumas de suas práticas pedagógicas quando se percebe que uma parcela dos alunos não está conseguindo aplicar os conteúdos trabalhados em aula no seu dia-a-dia.

Segundo Mortimer e Scott (2014) constitui-se numa situação bastante preocupante no ensino de Ciências o fato de muitos alunos não conseguirem relacionar os conceitos científicos estudados com a sua vida real, ou seja, fazer a necessária interlocução entre os saberes científicos e cotidianos. Em termos vygotskyanos, isso se constitui num desafio para o professor de Ciências, visto que este precisa “[...] relacionar as ideias científicas com o concreto, de modo que o estudante possa ver as conexões entre os construtos científicos e o mundo real”. (MORTIMER; SCOTT, 2014, p. 279).

Esse pensamento vai ao encontro das ideias de Driver *et al* (1999) quando estes referem que o papel do professor de Ciências, mais do que organizar o processo pelo qual os

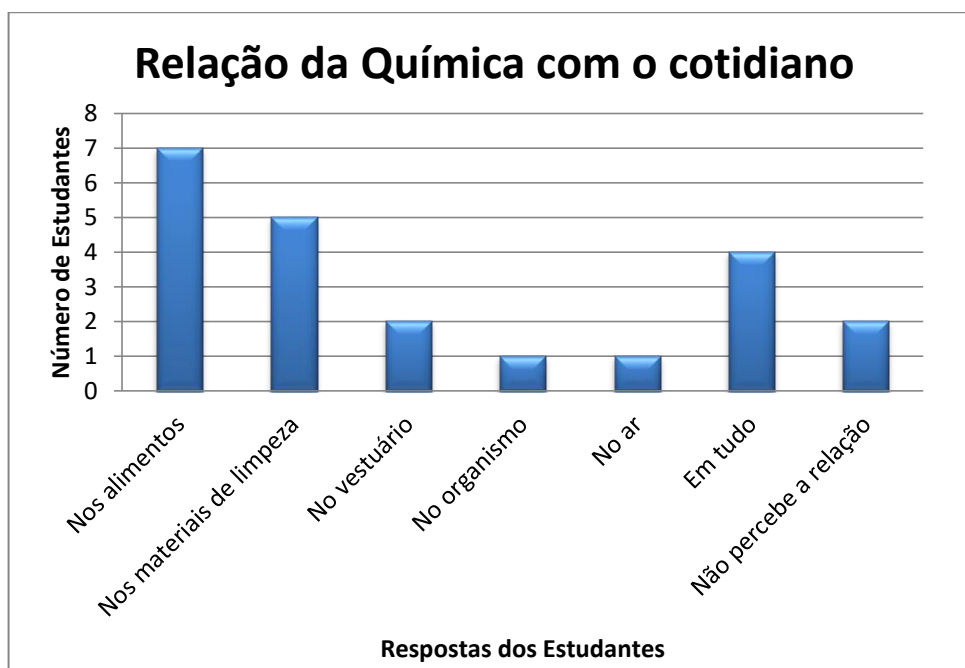
indivíduos geram significados sobre o mundo natural, é o de atuar como mediador entre o conhecimento científico e os aprendizes, ajudando-os a conferir sentido pessoal à maneira como as afirmações do conhecimento são geradas e validadas.

Essas colocações referem-se à necessidade de se contextualizar o ensino de Ciências, ou seja, estabelecer relações entre as explicações científicas e os fenômenos do mundo real. O professor tem a oportunidade de fazer escolhas ao selecionar os fenômenos a serem estudados e, essas escolhas podem ser selecionadas por seu potencial de interesse e relevância para os estudantes. (MORTIMER; SCOTT, 2014).

Diante do exposto pode-se dizer que, para que os estudantes consigam aplicar os conhecimentos químicos aprendidos em sala de aula no seu cotidiano, o ensino de Química precisa ser organizado na perspectiva da contextualização, baseando-se em temáticas que emergem de situações da vivência dos estudantes e que tenham sentido para o aprendizado dos mesmos. (MARCONDES, 2008).

No tocante às concepções dos estudantes sobre a relação entre a Química e o seu cotidiano, as respostas são apresentadas na figura 2 a seguir.

Figura 2 - Relação entre a Química e o cotidiano na visão dos estudantes.



Fonte: A autora

A análise dos dados mostrados no gráfico revela que os estudantes percebem a relação da Química com o seu cotidiano nas seguintes situações e distribuídas da seguinte forma: nos alimentos (sete estudantes); nos materiais de limpeza (cinco estudantes); no vestuário (dois

estudantes); no organismo (um estudante); no ar (um estudante); em tudo (quatro estudantes). Sendo que dois estudantes responderam que não percebem relação entre a Química e o seu cotidiano.

Por meio das respostas dadas pelos estudantes pode-se depreender que a maioria relaciona a Química com situações com as quais estão diretamente ligados todos os dias, ou seja: alimentação, vestuário e produtos de limpeza. Apenas um estudante relacionou a Química com o seu organismo, o que de certa forma nos surpreende, visto que se espera que a maioria dos alunos relacione a Química com a constituição do seu corpo, bem como com as reações que ocorrem nele.

Quatro estudantes responderam que percebem a presença da Química em “tudo”, o que pode ser considerada uma resposta bastante ampla e vaga. Esta resposta pode, implicitamente, expressar que eles não conseguem perceber a relação da Química com as situações do seu cotidiano e responderam em “tudo” talvez por não saberem o que responder.

Por fim, dois estudantes responderam que não conseguem perceber a relação da Química com o seu cotidiano. Isto também se constitui numa situação a ser pensada, visto que revela que o aprendizado dos conhecimentos químicos não está sendo relevante para estes alunos.

Faz-se interessante trazer para a discussão os resultados obtidos por alguns trabalhos que também investigaram as concepções dos estudantes com relação a situações nas quais percebem a presença da Química no seu cotidiano. Um desses trabalhos foi desenvolvido por Cardoso e Colinvaux (2000), os quais realizaram um estudo exploratório com estudantes do ensino fundamental e médio de três escolas da região metropolitana do Rio de Janeiro, sendo uma da rede pública e duas da rede particular. O objetivo da pesquisa foi identificar os fatores que motivam os alunos para o estudo da Química, caracterizando o papel das relações sociais e escolares nesta motivação e no processo educacional.

Em uma das questões foi solicitado aos estudantes que citassem três exemplos onde a Química estaria presente no seu cotidiano. Nas respostas fornecidas, os alunos relacionaram a Química com o metabolismo (respiração e digestão), à natureza (nas florestas, fogo, ar e água), a substâncias usadas no dia-a-dia (remédios, cosméticos, produtos de limpeza e higiene, alimentos, plásticos, combustíveis, tecidos e tintas) ou a processos que auxiliam e melhoram as condições de vida do homem (combustão nos automóveis, comida industrializada, reciclagem de lixo e papel). (CARDOSO; COLINVAUX, 2000). Pode-se observar que os alunos pesquisados neste trabalho elencaram uma diversidade maior de situações onde percebem a presença da Química no seu cotidiano do que os estudantes

investigados no presente trabalho. Esta situação pode estar relacionada com o fato de aqueles estudantes residirem em uma região metropolitana e alguns serem provenientes de escolas da rede particular, enquanto que estes alunos residem em uma região do interior e provêm de uma escola pública. No entanto, algumas respostas fornecidas pelos dois grupos de alunos se assemelham bastante como, por exemplo, nos alimentos, nos materiais de limpeza, no vestuário, no organismo e no ar.

Outro trabalho desenvolvido na mesma linha refere-se a uma pesquisa realizada por Sansão (2013), com estudantes do ensino fundamental e médio provenientes de cinco escolas (duas municipais e três estaduais) da rede pública de um município do interior do Ceará. Os estudantes foram questionados sobre onde e quando a Química estava presente em seu cotidiano, apresentando como respostas: nos medicamentos, materiais de limpeza, de higiene, alimentos, ações do corpo como o processo de respiração, digestão dos alimentos, etc. Consta-se que os resultados obtidos para esta questão são bastante semelhantes aos obtidos na presente investigação e também na pesquisa de Cardoso e Colinvaux.

Resultados semelhantes aos mencionados anteriormente foram encontrados também no trabalho desenvolvido por Santos *et al.* (2011), os quais realizaram uma pesquisa com alunos do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola estadual da cidade de Uberaba/MG. O objetivo do trabalho foi verificar se há ou não relação entre o conteúdo teórico/prático desenvolvido nas aulas de Química e o cotidiano dos estudantes, e se essa relação é ou não de grande valia para a aprendizagem do ensino de Química. A questão posta para os discentes foi “Dê exemplos de quando você visualiza a Química aprendida dentro da sala de aula na sua vida pessoal”. As respostas dadas pelos alunos foram as seguintes: produtos de limpeza, produtos alimentícios e produtos de beleza. Sendo que uma parcela significativa dos alunos respondeu que não sabia.

De acordo com os resultados obtidos nos trabalhos citados e na presente investigação, pode-se dizer que as situações nas quais os alunos percebem a presença da Química no seu cotidiano são basicamente as mesmas, ou seja, aquelas com as quais eles têm contato diariamente, como: alimentos, produtos de limpeza e higiene, medicamentos, vestuário e seu próprio organismo.

Nesse sentido, percebe-se a importância do professor utilizar esses temas, ou outros que emergem do cotidiano dos estudantes e sobre os quais os mesmos saibam falar e expressar os seus conhecimentos de senso comum, para elaborar o seu planejamento e trabalhar os conceitos químicos, cunhando um caráter de contextualização ao ensino de Química desenvolvido nas escolas.

8.3.3 Concepções iniciais dos estudantes com relação à metodologia de ensino baseada na abordagem temática

Os estudantes foram questionados com relação às suas concepções iniciais quanto ao desenvolvimento dos conteúdos de Química por meio da utilização de temáticas relacionadas com situações da vivência dos mesmos, considerando se estas poderiam favorecer a construção do conhecimento se comparadas com a metodologia de ensino tradicional. Foram fornecidas três opções de respostas aos alunos, as quais foram: “sim, não e somente um pouco”. Através da análise das respostas obtidas pode-se constatar que os 22 estudantes entrevistados marcaram a opção “sim”, o que representa que os mesmos acreditam que o desenvolvimento dos conteúdos de Química através de temáticas relacionadas com situações da vivência dos mesmos favorece a construção do conhecimento se comparado ao ensino tradicional.

É importante ressaltar que estas respostas referem-se às concepções iniciais dos estudantes sobre esse assunto, visto que esta questão foi colocada para eles antes da realização da Oficina Temática, sendo que os mesmos ainda não tinham conhecimento de como seria o trabalho em sala de aula por meio de uma abordagem temática. No entanto, podemos perceber que todos os estudantes apresentam um entendimento de que uma metodologia de ensino baseada em temáticas relacionadas com o seu cotidiano favorece a construção do conhecimento se comparada com a metodologia tradicional. Isto pode ser interpretado como uma expressão unânime por parte dos alunos de rejeição ao ensino tradicional, considerando que este vem apresentando limitações com relação à construção de um conhecimento efetivo por parte dos estudantes.

De acordo com Maldaner (2003), o ensino de Química desenvolvido na maioria das escolas muitas vezes baseia-se no modelo de “transmissão-recepção”, típico de uma relação pedagógica limitada à reprodução restrita do saber de posse do professor que repassa os conteúdos sem significação para o aluno. Como consequência disso, é provável que esses estudantes estejam até habitados a um ensino tradicional, baseado na mera transmissão de conteúdos químicos descontextualizados, fragmentados, sem diálogo com as demais disciplinas que compõem o currículo, com excessiva ênfase na memorização de fórmulas e equações e desvinculado das vivências dos estudantes.

Um ensino com essas características pode ser o responsável pelo baixo nível de aprendizagem química apresentada pelos alunos e pela pouca compreensão por parte dos

estudantes dos aspectos científicos e tecnológicos que demandam um conhecimento químico mais consistente. Nesse sentido, alguns educadores e pesquisadores que tratam sobre o ensino de Química (CHASSOT, 1990; MACHADO, 1999; MALDANER, 2003; SANTOS; SCHNETZLER, 2003) convergem seus entendimentos na perspectiva de que para o educando construir um conhecimento efetivo e de relevância para sua formação como cidadão, o ensino precisa estar baseado em temáticas relacionadas com a vivência dos estudantes, as quais façam parte do seu cotidiano, do seu mundo sociocultural.

Considerar uma temática que emerge do cotidiano dos estudantes como ponto de partida para a seleção e estruturação de conceitos científicos consiste numa possibilidade para abordar o ensino de Química numa perspectiva contextualizada e interdisciplinar. Essa metodologia poderá auxiliar o professor a superar o desafio de relacionar as ideias científicas com o concreto, possibilitando, dessa forma, a construção de um conhecimento efetivo por parte do aluno.

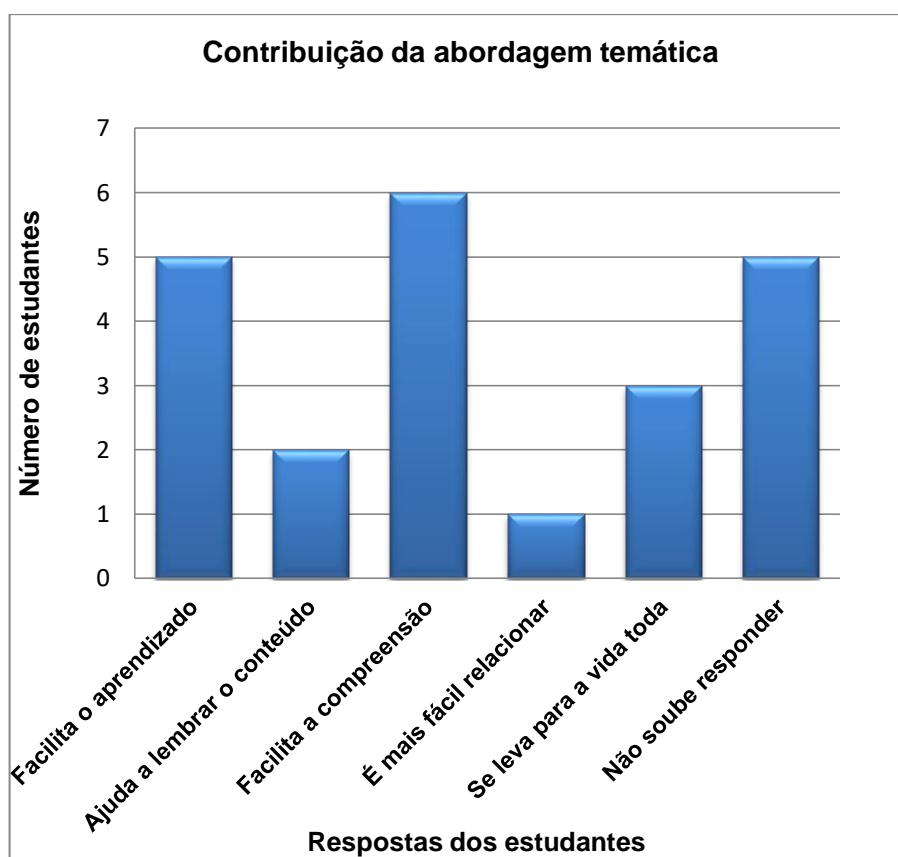
No entendimento de Marcondes (2008) o ensino de Ciências por meio da abordagem de temas deve possibilitar “[...] o trabalho com dados, informações e conceitos que permitam conhecer a realidade, avaliando situações e soluções e propondo formas de intervir na sociedade”. (MARCONDES, 2008, p. 69). Nesse contexto uma proposta metodológica que se apresenta como uma possibilidade no âmbito da abordagem baseada em temas é o trabalho com Oficinas Temáticas, as quais podem ser estruturadas com base nos três momentos pedagógicos conforme propõem Delizoicov e Angotti (1992).

A presente investigação foi estruturada com base na proposição metodológica da Oficina Temática, sendo que as considerações dos estudantes após o desenvolvimento desta metodologia de trabalho serão apresentadas e analisadas nas próximas sessões deste capítulo.

A figura 3 apresenta as justificativas propostas pelos estudantes com relação à contribuição que a metodologia de ensino baseada em temáticas do cotidiano apresenta para a construção do conhecimento no tocante aos conteúdos de Química, quando comparada com a metodologia de ensino tradicional.

Por meio da análise das respostas dos estudantes apresentadas no gráfico da figura 3 a seguir, constata-se que seis dos 22 estudantes entrevistados consideram que a abordagem temática facilita a compreensão dos conteúdos de Química; cinco estudantes argumentaram que ela facilita o aprendizado; três estudantes colocaram que o aprendizado por meio dessa metodologia de ensino se leva para a vida toda; dois estudantes disseram que ela ajuda a lembrar do conteúdo trabalhado em sala de aula; um aluno justificou como sendo mais fácil de relacionar os conteúdos; e, cinco estudantes não souberam responder a pergunta realizada.

Figura 3 - Justificativa dos estudantes sobre a contribuição da abordagem temática para o aprendizado dos conteúdos químicos.



Fonte: A autora

Podemos perceber que a maioria dos estudantes argumentou de forma positiva com relação à contribuição da metodologia de ensino baseada em temáticas para o aprendizado dos conteúdos de Química. O que representa um avanço com relação à implementação dessa metodologia de ensino nas aulas de Química.

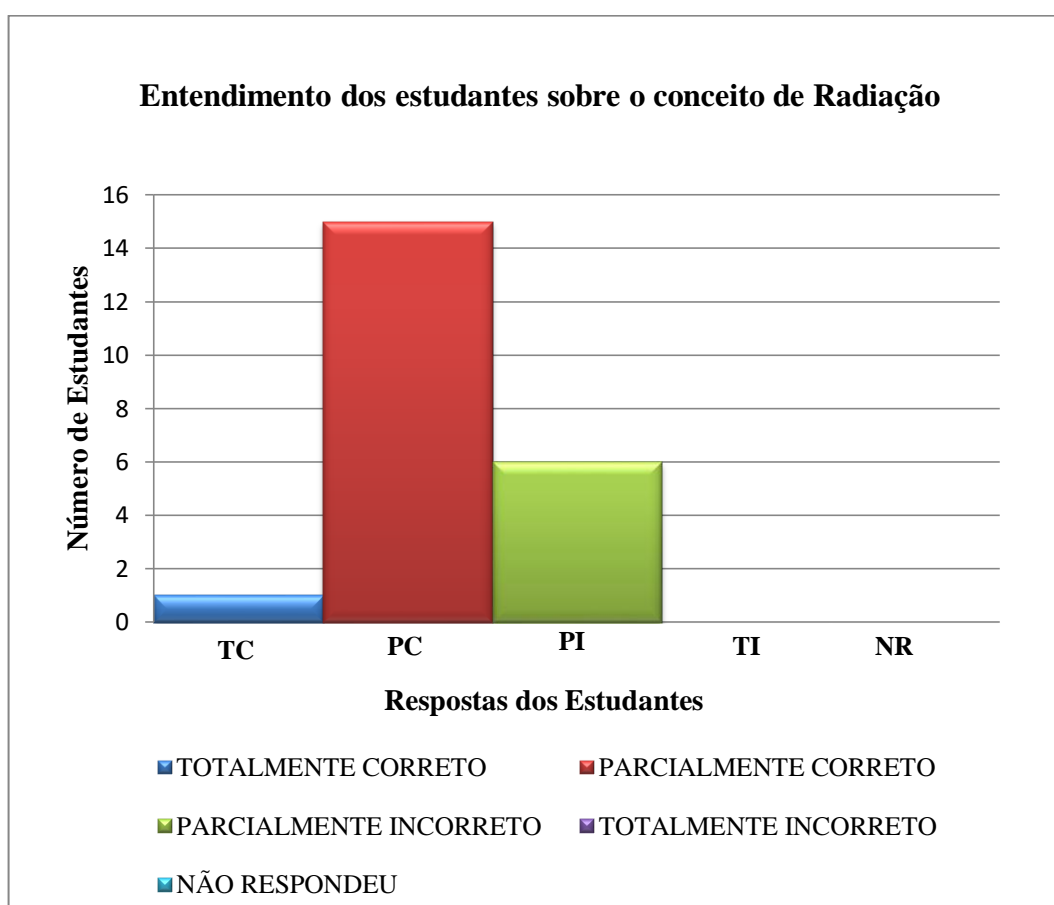
8.4 CONCEPÇÕES INICIAIS DOS ESTUDANTES SOBRE O CONTEÚDO DA OFICINA TEMÁTICA

Nesta sessão serão apresentados e discutidos os dados referentes às concepções iniciais dos estudantes com relação ao conteúdo trabalhado na Oficina Temática “O uso da radiação na medicina: Raios-X e Radioterapia”. Estes dados foram obtidos por meio da aplicação do Questionário Geral Inicial (APÊNDICE E), o qual era composto por nove questões e serviu como um pré-teste para a presente pesquisa. Os estudantes foram questionados com relação a vários aspectos relacionados com o conteúdo sobre Radiações e

Radioatividade, bem como sobre a sua utilização na medicina, em especial no tocante à Radioterapia e exames com Raios-X.

A primeira questão proposta aos estudantes dizia respeito ao entendimento dos mesmos sobre o conceito de radiação. As respostas fornecidas pelos alunos para esta questão foram agrupadas em cinco categorias de análise, sendo elas: TC – Totalmente Correto; PC – Parcialmente Correto; PI – Parcialmente Incorreto; TI – Totalmente Incorreto; e NR – Não Respondeu. As informações obtidas estão registradas na figura 4.

Figura 4 - Entendimento dos estudantes sobre o conceito de radiação antes da realização da Oficina Temática.



Fonte: A autora

De acordo com os dados mostrados no gráfico da figura 4, podemos analisar as respostas fornecidas pelos estudantes de acordo com cada categoria construída.

Dos 22 estudantes pesquisados, 15 escreveram respostas que foram enquadradas na categoria PC – Parcialmente Correto. Algumas respostas fornecidas por este grupo de alunos para o conceito de radiação foram: “São ondas eletromagnéticas, usadas para diagnóstico e tratamento de doenças, que apresentam energia e que podem fazer mal” (E9); “Radiação são

ondas ou raios eletromagnéticos” (E14); *“Raios, ondas, radiação solar, Radioterapia no tratamento de doenças”* (E17). Neste grupo os estudantes definiram a radiação como ondas eletromagnéticas ou raios e expressaram algumas concepções relacionadas com o uso da mesma para o tratamento e diagnóstico de doenças.

Apenas um estudante teve sua resposta enquadrada na categoria TC – Totalmente Correto, sendo que o mesmo apresentou a seguinte definição para radiação: *“Emissão de energia por meio de ondas ou partículas”* (E3).

Seis alunos escreveram respostas que foram enquadradas na categoria PI – Parcialmente Incorreto. Algumas respostas fornecidas por este grupo de alunos para o conceito de radiação foram: *“Radiação é energia que tem na terra, no ar e no solo”* (E2); *“A luz do sol, em tudo que tem energia”* (E10); *“O sol, a luz, a eletricidade”* (E11). Nenhuma resposta foi enquadrada nas categorias TI – Totalmente Incorreto e NR – Não Respondeu.

Pelas respostas dadas pelos estudantes percebe-se que este grupo não conseguiu expressar uma definição/conceito para a radiação, mas sim a definiu citando algumas situações do cotidiano onde entendem que a radiação está presente. Suas respostas, porém, não podem ser consideradas de todo incorretas, visto que este grupo de estudantes relacionou a radiação com energia e citou que a radiação estaria presente, por exemplo, no sol e na luz.

Por meio destes dados podemos concluir que a maioria dos estudantes apresenta um entendimento que se aproxima do conceito correto de radiação, sendo que um deles respondeu de forma considerada correta, pois associou o conceito de radiação com emissão de energia por meio de ondas ou partículas, o que de fato caracteriza a radiação.

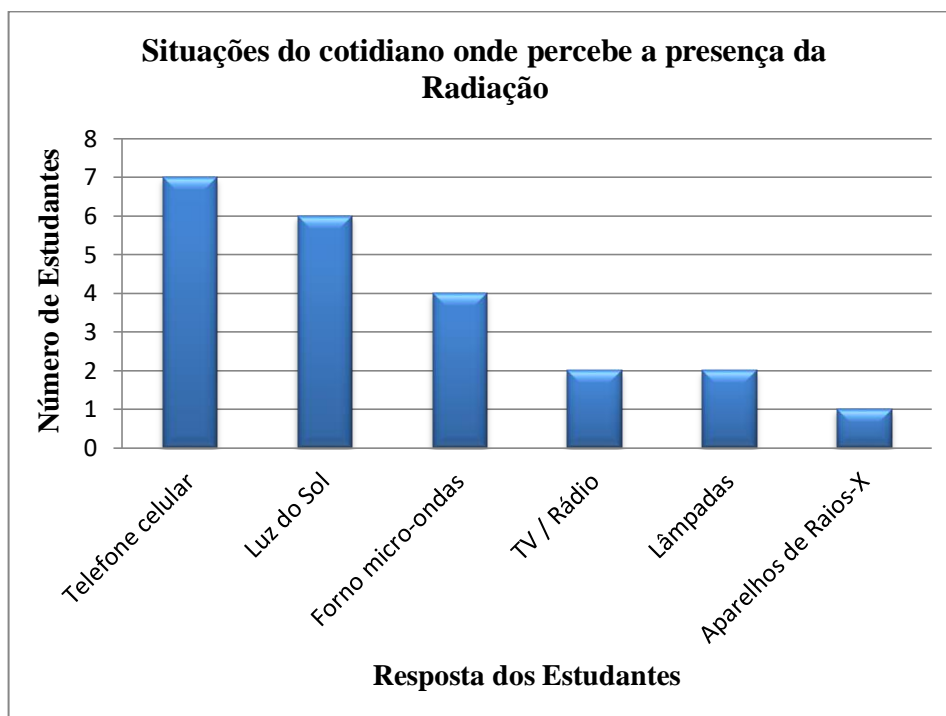
Ao sondar as concepções iniciais dos estudantes do ensino médio sobre a radiação, Medeiros e Lobato (2010) constataram que a maioria apresenta dificuldades em conceituar o termo radiação, relacionando-a apenas com problemas e malefícios. Segundo os autores apenas alguns poucos alunos associaram a radiação a ondas eletromagnéticas, definição esta proposta pela maioria dos alunos investigados em nossa pesquisa. Já, os discentes pesquisados por Santos *et al.* (2010) definiram a radiação como originada dos átomos.

Souza *et al.* (2015) investigaram as concepções iniciais dos estudantes com relação ao conceito de Radiações eletromagnéticas e observaram que os mesmos as associam a termos como: força, energia, partículas e ao estudo da luz. Alguns relacionaram com mutação/radioatividade/raios α , β e γ , e, outros ainda, à propagação de energia sem transporte de matéria. Sendo que, da mesma forma que ocorreu em nossa pesquisa, muitos alunos não conseguiram conceituar o termo radiação, utilizando-se, então, de exemplos de fontes de radiação eletromagnética ou citações de aplicações no cotidiano para formular um “conceito”

para Radiações eletromagnéticas, prática esta já conhecida pelos professores de Física do ensino médio, conforme relatam os autores.

Na segunda questão os estudantes deveriam dizer em quais situações do seu cotidiano percebiam a presença da radiação. As informações obtidas estão registradas na figura 5.

Figura 5 - Concepções dos estudantes sobre a presença da radiação no seu cotidiano antes da realização da Oficina Temática.



Fonte: A autora

Os dados mostrados no gráfico da figura 5 revelam que os estudantes percebem a presença da radiação nas seguintes situações do seu cotidiano e distribuídas da seguinte forma: no telefone celular (sete estudantes); na luz do sol (seis estudantes); no forno de micro-ondas (quatro estudantes); na TV e/ou Rádio (dois estudantes); nas lâmpadas (dois estudantes); nos aparelhos de Raios-X (um estudante). Ou seja, a maioria deles percebe a presença da radiação nos objetos com os quais tem contato em casa diariamente como: telefone celular, televisão e rádio, lâmpadas e forno de micro-ondas. Sendo que muitos alunos citaram a luz solar e apenas um lembrou-se do aparelho de Raios-X. Pode-se concluir que todos os estudantes responderam de forma correta esta questão, visto que em todas as situações mencionadas realmente tem-se a presença da radiação.

Respostas semelhantes foram obtidas em outros trabalhos (MEDEIROS; LOBATO, 2010, COSTA; CUNHA; AIRES, 2011, SOUZA *et al.*, 2015, COSTA; MELO;

MARCELINO, 2016, PASSOS *et al.*, 2016), onde os estudantes citaram as seguintes situações nas quais percebem a presença da radiação: radiação solar, aparelhos de Raios-X, radiações nucleares, telefone celular, aparelhos de rádio e TV, forno de micro-ondas, redes Wi-Fi, entre outros. No trabalho de Souza *et al.* (2015), os alunos citaram de forma mais específica os exames de Raios-X para aplicação na medicina, a Radioterapia para o tratamento do câncer, além de citarem o calor (radiação infravermelha) e, uma visão que não apareceu nos demais trabalhos, que “as Radiações seriam invisíveis, sendo, portanto, impossível enxergar qualquer tipo de radiação”. (SOUZA *et al.*, 2015, p. 05). Em Medeiros e Lobato (2010), alguns alunos citaram fenômenos e objetos que não estavam relacionados diretamente com Radiações, tais como: computadores, som (ondas sonoras), lua e poluição do ar. O que demonstra, de certa forma, que nem todos os estudantes apresentam clareza quanto às situações onde temos a presença da radiação em nosso cotidiano.

A questão três procurou sondar o posicionamento dos estudantes com relação aos benefícios e/ou malefícios que a presença da radiação pode trazer para a vida das pessoas. Foram fornecidas três opções de respostas aos alunos, as quais foram: “são boas”, “trazem malefícios” e “as duas situações são possíveis”. Através da análise das respostas obtidas pode-se observar que os 22 estudantes entrevistados escolheram a terceira opção “as duas situações são possíveis”, o que expressa que os mesmos têm um entendimento, ainda que superficial, de que a radiação pode apresentar tanto benefícios quanto malefícios para a sociedade, dependendo da forma como a mesma for utilizada.

Na mesma questão foi solicitado aos alunos que explicassem o porquê do seu posicionamento, sendo que dois estudantes não colocaram a sua justificativa. As justificativas apresentadas pelos discentes que responderam a questão podem ser enquadradas basicamente em quatro categorias de respostas (as quais foram criadas *a posteriori*), a saber:

Categoria 1: As Radiações são benéficas porque podem auxiliar no diagnóstico e tratamento de doenças. E podem trazer malefícios, pois também causam doenças, quando em grandes quantidades ou em excesso. As respostas apresentadas pelos estudantes E9 e E12 se enquadram nessa categoria: “*O uso da radiação em caso de doenças graves ou em Raios-X é bom. Porém, em excesso ela também pode fazer mal à saúde*” (E9); “*Pois em pouca quantidade é usada no tratamento de doenças e em excesso pode ser fatal*” (E12).

Categoria 2: As Radiações são benéficas quando utilizadas para o diagnóstico e tratamento de doenças e são maléficas quando utilizadas em armas nucleares (bombas atômicas). As respostas dos estudantes E3 e E18 exemplificam essa categoria: “*Podemos usar a radiação para o bem como os Raios-X ou para o mal com bombas atômicas*” (E3); “*Trazem*

malefícios como bombas nucleares e benefícios como a Radioterapia para o tratamento do câncer” (E18).

Categoria 3: A radiação é benéfica pois auxilia no tratamento de doenças, mas as pessoas que trabalham diretamente com o uso da radiação ficam expostas à mesma e isso se torna prejudicial. Essa categoria trouxe à tona a problemática da exposição à radiação à qual os profissionais desta área ficam expostos, como podemos ver na resposta do aluno E17: *“Pois ajuda em tratamento de doenças, mas as pessoas que trabalham com a radiação estão expostas a isso”.*

Categoria 4: A radiação é boa, mas em excesso ela faz mal aos organismos e ao meio ambiente. Nesta categoria foi levantada a questão do prejuízo ao meio ambiente que a radiação pode causar. Trouxe à tona a preocupação com a parte ambiental, como fica explícito na resposta do aluno E19: *“Para nós a radiação é boa, mas em excesso ela vira um malefício para o organismo e o meio ambiente”.*

No trabalho desenvolvido por Medeiros e Lobato (2010), ao investigarem as concepções iniciais dos alunos do ensino médio com relação a essa mesma questão, os dados mostraram que a maioria dos estudantes pesquisados (82%) relacionou a radiação apenas com malefícios à saúde humana e ao meio ambiente, enquanto apenas 10% deles apresentou um entendimento de que a radiação pode causar tanto benefícios quanto malefícios à população. Os discentes investigados por Broietti, Cela e Souza (2009), também afirmaram que as emissões radioativas são tóxicas. Os resultados apresentados nesses dois trabalhos são diferentes dos encontrados em nossa pesquisa, onde a maioria dos estudantes elencou tanto benefícios quanto malefícios associados à radiação, mesmo antes de se trabalhar a temática em sala de aula.

Já em investigação realizada por Passos *et al.* (2016), os estudantes afirmaram que, quando em pequenas quantidades, os Raios-X e a Radioatividade não podem afetar o homem. Porém, a exposição do ser humano à radiação ultravioleta do sol pode implicar no aparecimento de doenças, como o câncer de pele. Costa, Cunha e Aires (2011), ressaltam que em sua pesquisa, um grupo de alunos afirmou que a Radioatividade causa apenas malefícios, enquanto outro grupo defendeu que ela pode ser tanto maléfica quanto benéfica para a sociedade e poucos estudantes disseram que a Radioatividade seria apenas benéfica.

Como podemos perceber, os discentes apresentam um entendimento bastante dividido no tocante à relação benefícios/malefícios causados pela radiação. Enquanto alguns argumentam de maneira correta que ela pode trazer tanto benefícios quanto malefícios, uma considerável parcela considera que a radiação traz apenas malefícios. Isto se revela

preocupante no âmbito do ensino de Ciências, visto que ao se trabalhar esse conteúdo em sala de aula, os professores precisam mostrar os dois lados da aplicação da Radiação/Radioatividade para os estudantes e desmistificar a visão apresentada pela mídia e presente no conhecimento de senso comum de grande parte da população de que a radiação apresenta apenas malefícios para a sociedade.

Na questão quatro, os alunos foram questionados se a radiação poderia ser usada para o diagnóstico e tratamento de doenças, sendo apresentadas as opções “sim” e “não”, sem ser solicitado aos mesmos que justificassem a sua escolha. Todos os 22 estudantes marcaram a opção “sim”, o que condiz com as respostas enquadradas nas categorias 1, 2 e 3 da questão anterior, onde muitos deles argumentaram que a radiação é benéfica quando utilizada no diagnóstico e tratamento de doenças. No entanto, mesmo que alguns alunos tenham citado a realização de exames de Raios-X e a Radioterapia como aplicações da radiação para o diagnóstico e tratamento de doenças, muitos não expressaram um entendimento maior de como a radiação pode ser aplicada nessa área da medicina, o que se pretende aprofundar com o desenvolvimento dos conteúdos da Oficina Temática.

Gomes, Silva e Souza (2017) desenvolveram um trabalho utilizando um texto de divulgação científica para abordar o conteúdo sobre Radioatividade voltado à sua aplicação na área da medicina, tendo, portanto, um enfoque semelhante à nossa proposta. Antes da realização da pesquisa os alunos foram questionados pelos referidos autores quanto às suas concepções sobre o uso da radiação para o diagnóstico e tratamento de doenças. Os resultados obtidos mostraram que há uma predominância de concepções equivocadas e desarticuladas sobre o uso da radiação na medicina, em especial na área da medicina nuclear. Sendo que um significativo percentual de alunos (63%) relacionou a medicina nuclear as pessoas que sofrem os efeitos da Radioatividade, 23% relacionaram a medicina nuclear ao estudo do núcleo e somente 14% relacionaram à sua aplicabilidade na área da saúde, o que, de acordo com os autores, demonstra um baixo conhecimento por parte dos estudantes de como a Radiação/Radioatividade pode ser utilizada na área da medicina, especialmente na medicina nuclear.

Na quinta questão, os estudantes foram investigados com relação a ter conhecimento sobre a existência do fenômeno da Radioatividade. Sendo que dos 22 alunos pesquisados, 18 responderam já ter ouvido falar em Radioatividade e quatro estudantes disseram que não. Esses dados apontam que a maioria dos discentes tem conhecimento a respeito da existência da Radioatividade na sociedade.

Em nossa pesquisa, não foram sondadas as concepções iniciais dos discentes quanto à definição conceitual de Radioatividade. No entanto, em trabalhos que investigaram esse aspecto, como é o caso de Gomes, Silva e Souza (2017), os resultados apontam que a maioria dos estudantes não sabe definir a Radioatividade, relacionando-a apenas a exemplos como: desastres, acidentes e contaminação. A mesma constatação foi feita por Aquino e De Chiaro (2013), os quais investigaram o entendimento dos estudantes sobre a Radioatividade por meio da construção de mapas conceituais. Segundo as autoras, na análise dos mapas conceituais que expressavam as concepções iniciais, um grupo de alunos associou a Radioatividade aos acidentes e bombas nucleares, privilegiando os aspectos negativos da mesma ao elencarem termos como “destruição, guerra e bombas, o que é próprio do conhecimento de senso comum sobre o tema”. (AQUINO; DE CHIARO, 2013, p. 164). Mesmo uma aplicação benéfica do fenômeno, que são as usinas nucleares, é identificada pelos estudantes como uma ação de destruição, uma vez que as associaram não à função a que elas se propõem, a produção de energia elétrica, mas sim aos acidentes de Fukushima e Chernobyl. Outro grupo de alunos investigados por meio dos mapas conceituais também apontou a presença do aspecto negativo vinculado à Radioatividade, elencando termos como “contaminação” e “anomalias”, embora tenham relacionado também a Radioatividade à energia nuclear e expressado a ideia de que a Radioatividade está presente em todos os lugares. Em outra pesquisa, realizada por Santos *et al.* (2010), nas concepções iniciais os alunos associaram a Radioatividade a algo muito perigoso ao ser humano ou por aqueles que a manipulam sem os devidos cuidados.

Esses resultados corroboram com dados de outras pesquisas, que indicam que os estudantes do ensino médio têm pouco conhecimento sobre essa temática, apresentando ideias vagas e desarticuladas. (PRESTES; CAPELLETTO; SANTOS, 2008). Em seu trabalho, Broietti, Cela e Souza (2009), colocam que, frequentemente, quando os alunos são questionados nas aulas de Química sobre Radioatividade ou qualquer outro tema, costumam demonstrar uma visão um pouco debilitada em relação à ciência, pois quando são indagados sobre alguns conceitos, acabam por justificar os acontecimentos embasados em explicações muitas vezes diferentes daquelas que seriam aceitáveis cientificamente, como por exemplo, argumentando que “a Radioatividade é algo que muda o DNA das nossas células”. (BROIETTI; CELA; SOUZA, 2009, p. 06).

A mesma situação pode ser verificada com calouros que ingressam em cursos de Química no ensino superior, conforme vemos em Salgado e Silva (2017). As autoras ressaltam que esses estudantes ingressam na Universidade com poucos conhecimentos prévios sobre a natureza das Radiações, suas formas de interação com a matéria, seus efeitos

biológicos e sobre como trabalhar com materiais radioativos em condições seguras. “Muitos estudantes têm algumas ideias do senso comum como, por exemplo, a de que todo material radioativo brilha ou de que toda radiação mata ou causa mutações”. (SALGADO; SILVA, 2017, p. 02). Em pesquisa desenvolvida por Teixeira *et al.* (2012), os resultados também apontaram que tanto calouros quanto veteranos da Licenciatura em Química apresentam concepções vagas, desarticuladas e equivocadas sobre conceitos básicos relativos ao estudo da Radioatividade. De acordo com os autores, ao serem questionados sobre o que entendiam por radiação ionizante e não ionizante, 54% dos alunos deixaram em branco e os 46% que se manifestaram apresentaram dificuldades e muitos equívocos conceituais, além de expressarem uma visão negativa sobre a Radioatividade.

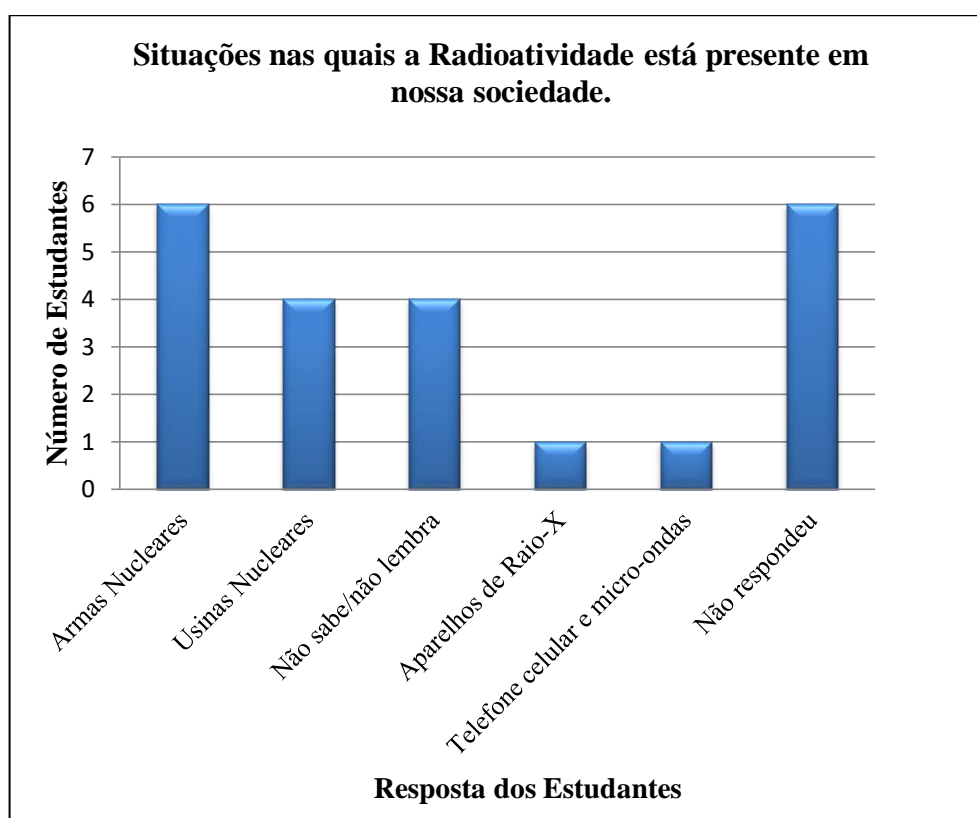
Passos *et al.* (2016), ressaltam que as respostas dos alunos sobre o conceito de Radioatividade são carregadas de ideias advindas do senso comum. Segundo eles, os discentes apresentam uma visão pejorativa quanto à Radioatividade, que, na maioria das vezes, sofre a influência das informações veiculadas pela mídia, a qual geralmente apresenta os malefícios da Radioatividade. “Quando questionados sobre os efeitos benéficos e maléficos, os estudantes se detêm aos efeitos maléficos e só conseguem fazer associações dos termos a aspectos negativos”. (PASSOS *et al.*, 2016, p. 06).

Essas constatações justificam a necessidade de se trabalhar de forma mais aprofundada esse conteúdo com os estudantes do ensino médio e também nos cursos superiores e dialogam com os estudos de Azevedo e Silva (2013) e Costa, Melo e Marcelino (2016), os quais sugerem a necessidade de estratégias em sala de aula para que os alunos apresentem concepções mais adequadas sobre a temática Radiações/Radioatividade. Além disso, a importância de se abordar essa temática na educação básica e superior relaciona-se com as inúmeras aplicações das Radiações na sociedade em diferentes campos, como: medicina, energia nuclear, alimentos, agricultura, indústria, arqueologia, entre outros.

Há, contudo, situações nas quais os alunos apresentam uma concepção inicial sobre a Radioatividade que pode ser considerado adequado, tendo em vista que essa temática ainda não tenha sido trabalhada com eles. É o caso observado nos trabalhos de Santos *et al.* (2015) e Costa, Melo e Marcelino (2016), onde os estudantes definem a Radioatividade como sendo um fenômeno de liberação de energia pelos núcleos atômicos de materiais “radioativos” como o Urânio e o Rádío, por exemplo. Nestes casos pode-se inferir que as concepções dos discentes estão de certa forma corretas e que os mesmos já possuem um bom conhecimento relativo ao fenômeno da Radioatividade.

Voltando à análise das respostas de nossa pesquisa, na mesma questão cinco que indagava a respeito do conhecimento dos alunos acerca da existência da Radioatividade foi solicitado aos mesmos que, em caso de uma resposta afirmativa, elencassem algumas situações nas quais a Radioatividade estaria presente em nossa sociedade. As informações obtidas estão registradas na figura 6.

Figura 6 - Situações nas quais a Radioatividade está presente em nossa sociedade, elencadas pelos estudantes antes da realização da Oficina Temática.



Fonte: A autora

Dos 22 estudantes entrevistados, 10 responderam corretamente, relacionando a presença da Radioatividade com a produção de energia nuclear nas usinas nucleares e na produção de armas nucleares e bombas atômicas. Como exemplos de respostas fornecidas por este grupo têm-se: “Na produção de armas nucleares, como bombas, etc” (E16); “Em usinas nucleares para a produção de energia nuclear” (E4).

Faz-se interessante destacar que, mesmo respondendo corretamente esta questão, nenhum estudante mencionou a presença da Radioatividade na área da medicina. Isto pode estar relacionado ao fato de que as concepções iniciais apresentadas pelos estudantes sejam influenciadas pelas informações veiculadas pela mídia, as quais geralmente relacionam a

aplicação da Radioatividade com a produção de energia nuclear e armas nucleares, conforme já foi ressaltado anteriormente.

Quatro estudantes responderam que não sabiam ou não lembravam. Um exemplo das respostas fornecidas pelos mesmos foi: “*Já ouvi falar, mas não sei quais são seus usos na sociedade*” (E1). Dois estudantes responderam de forma errada, relacionando a Radioatividade com o uso do exame de Raios-X, telefone celular e forno micro-ondas. E seis estudantes não responderam à questão.

De modo geral, pode-se dizer que, antes da realização da Oficina Temática, mais da metade dos discentes não tinham conhecimento sobre situações nas quais a Radioatividade se encontra presente na sociedade. Resultado semelhante foi constatado por Costa, Cunha e Aires (2011), quando dos 21 estudantes pesquisados por estes autores, 10 disseram não conhecer uma aplicação para a Radioatividade no cotidiano. Outros, também de forma análoga a nossa pesquisa, confundiram erroneamente os fenômenos radioativos com outros tipos de radiação, como as que estão presentes em telefones celulares, ondas de rádio/TV e raios de sol. Situação semelhante ocorrida com Santos *et al.* (2010), cujos estudantes elencaram a utilização da Radioatividade em aparelhos de Raios-X, exames de radiografia em geral e fornos de micro-ondas. De acordo com Aquino e De Chiaro (2013), é comum a associação equivocada que os estudantes fazem entre a Radioatividade e os Raios-X, o que “dá indícios que os alunos não sabem que os raios-X são um fenômeno de origem extra nuclear e também não sabem definir o que é um fenômeno nuclear”. (AQUINO; DE CHIARO, 2013, p. 167).

Ainda segundo Costa, Cunha e Aires (2011), aqueles estudantes que responderam a questão de forma considerada correta, também citaram como situações onde a Radioatividade estaria presente na sociedade as usinas nucleares e as bombas atômicas, assim como os discentes pesquisados por nós. Conforme os autores, os estudantes elencaram também uma aplicação benéfica da Radioatividade na área da medicina, assim como alguns estudantes pesquisados por Costa, Melo e Marcelino (2016), diferentemente dos nossos alunos, os quais não mencionaram aplicações da Radioatividade na área da medicina nas questões do pré-teste.

A questão de número seis indagava os alunos com relação à realização pelos mesmos de exames utilizando a técnica de Raios-X. Sendo que, dos 22 estudantes pesquisados, 16 afirmaram já ter realizado algum exame de raios-X ao longo de sua vida, enquanto seis alunos disseram não ter feito exames com Raios-X. Na próxima questão (número 07), os discentes foram perguntados se sabiam como o exame de Raios-X era feito. Onze alunos responderam que sim, nove disseram que não e dois não responderam a pergunta.

Através das respostas fornecidas pelos alunos pode-se observar que a realização de exames utilizando a radiação do tipo Raios-X é algo bastante comum entre a população, sendo, provavelmente, um dos exames mais utilizados pelos médicos para o diagnóstico de doenças. Outra questão a ser levantada refere-se ao fato de que, mesmo que 11 alunos tenham respondido que sabiam como o exame era feito, podemos inferir que estes estudantes não detêm um conhecimento mais profundo em termos científicos de como se dá a realização de um exame de Raios-X, apresentando apenas um conhecimento cotidiano ou de senso comum, fato este que se pretende trabalhar melhor no desenvolvimento dos conceitos relacionados à radiação do tipo Raios-X, quando da aplicação da OT.

Em pesquisa já mencionada neste trabalho, desenvolvida por Medeiros e Lobato (2010), os resultados mostraram que 40% dos estudantes pesquisados já haviam ficado expostos à radiação do tipo Raios-X. O que demonstra, segundo os autores, que uma parcela significativa dos alunos sabe que o ato de tirar uma simples radiografia de um membro fraturado guarda uma relação com a radiação.

Na questão oito perguntou-se aos estudantes se eles conheciam alguém que já tinha feito um tratamento com Radioterapia. Catorze deles responderam que sim e oito responderam que não. Sendo que, entre os alunos que responderam que sim, havia uma estudante cujo pai estava naquela ocasião passando por um tratamento com Radioterapia para tratar um tumor na próstata. Isso despertou na adolescente um grande interesse e entusiasmo em estudar ainda mais o assunto em questão.

Na nona e última questão do pré-teste, os estudantes foram questionados se tinham informações sobre como o tratamento com Radioterapia funcionava. Vinte alunos responderam que não sabiam como o tratamento com Radioterapia funcionava e apenas dois estudantes disseram que sim. Esses resultados nos levaram à conclusão de que realmente se fazia necessário explicar para aqueles alunos como a radiação poderia ser usada para combater o câncer por meio da Radioterapia. Além disso, uma das questões iniciais suscitadas pelos alunos e que motivou o desenvolvimento da OT sobre o uso da radiação na medicina, em especial com os exames de Raios-X e a Radioterapia, foi justamente sobre como a radiação poderia curar o câncer, se o conhecimento que eles detinham a respeito era de que a Radiação/Radioatividade era responsável por causar câncer nas pessoas.

Diante das questões que compõem o questionário inicial analisadas até o momento, faz-se interessante trazer para a discussão o fato de que as concepções iniciais dos estudantes sobre o conteúdo, expressas por meio das respostas fornecidas pelos mesmos, estão embasadas em seu conhecimento cotidiano, em situações ligadas à sua vivência, com as quais

estão diretamente em contato no seu meio social e profundamente marcadas pela sua visão de senso comum.

De acordo com a abordagem histórico-cultural, desde muito pequenas as crianças realizam uma série de aprendizados através da interação com seu meio físico e social. No seu cotidiano, observando, experimentando, imitando e recebendo instruções das pessoas mais experientes de sua cultura, ela aprende sobre os objetos e os fenômenos. Como membro de um grupo sociocultural determinado, ela vivencia um conjunto de experiências e opera sobre todo o material cultural a que tem acesso. Deste modo, muito antes de entrar na escola, já construiu uma série de conhecimentos sobre o mundo que a cerca. Esses conhecimentos constituem os conceitos cotidianos ou saberes de senso comum. “Os conceitos cotidianos referem-se àqueles conceitos construídos a partir da observação, manipulação e vivência direta da criança”. (REGO, 1995, p. 77).

Os conceitos cotidianos trazidos pelos estudantes devem servir como ponto de partida para o professor ensinar os conceitos científicos. Essa ideia é amplamente defendida no meio educacional (FREIRE, 1996; MARQUES, 2002; REGO, 1995), em especial no ensino de Ciências (CHASSOT, 1990; MALDANER, 2003; MORTIMER; SCOTT, 2014). De acordo com os referidos autores, os conceitos cotidianos e os conceitos científicos se influenciam mutuamente em um processo de interlocução entre os diferentes saberes.

Segundo Mortimer e Scott (2014), para o estudante aprender o conhecimento conceitual, deve fazer relações entre o seu conhecimento e as novas ideias. Com base na teoria vygotskyana, os autores ressaltam que aprender os conceitos científicos envolve a passagem do plano social para o individual por meio de um processo de internalização.

Nesse sentido, aprender é essencialmente um processo dialógico que envolve trabalhar com os significados novos junto aos já existentes, cabendo ao professor mediar esse processo. De acordo com os autores, entender uma ideia envolve colocá-la em contato com velhas ideias, ou seja, estabelecer relações entre ideias já existentes e as novas. Nesse contexto, ensinar Ciências é estabelecer relações.

O processo de estabelecer relações é visto como levando à formação de redes conceituais que conectam conceitos cotidianos e científicos. Visto dessa forma, aprendizagem profunda implica relações que permitam integrar e diferenciar formas de explicar cotidianas e científicas. (MORTIMER; SCOTT, 2014, p. 277).

No entanto, os estudantes precisam saber que os conhecimentos do cotidiano se aplicam em determinados contextos e não em outros, onde os conceitos científicos devem ser

aplicados para explicar coerentemente a situação dada. Não se trata de substituir as ideias de senso comum pelos conhecimentos científicos, pois, como se percebe, deve haver uma interação entre ambos. Mas sim, saber diferenciar qual conceito deve ser aplicado em determinado contexto.

A Oficina Temática desenvolvida na presente pesquisa teve como ponto de partida os conhecimentos cotidianos ou saberes de senso comum dos estudantes. Sendo que a escolha da temática partiu do interesse e da realidade dos mesmos. Nesse sentido, tendo como base os conceitos cotidianos trazidos para a sala de aula pelos discentes, a pesquisadora trabalhou os conhecimentos científicos necessários para a compreensão da temática sob o olhar da Ciência.

8.5 CONHECIMENTOS CONSTRUÍDOS PELOS ESTUDANTES SOBRE RADIAÇÕES E RADIOATIVIDADE APÓS A REALIZAÇÃO DA OFICINA TEMÁTICA

Nesta sessão serão apresentados e discutidos os dados referentes aos conhecimentos dos estudantes após a realização da Oficina Temática. Estes dados foram obtidos por meio da aplicação do Questionário Geral Final (APÊNDICE F), o qual serviu como um pós-teste para a presente pesquisa. As questões propostas para os estudantes foram basicamente as mesmas presentes no Questionário Geral Inicial, sendo que as respostas fornecidas aos dois questionários pelos estudantes serão comparadas com o objetivo de avaliar as limitações e/ou avanços no tocante à construção do conhecimento por parte dos estudantes tendo em vista a metodologia de ensino empregada.

A primeira questão analisada refere-se ao entendimento dos alunos com relação ao conceito de radiação, sendo que as respostas foram agrupadas nas mesmas categorias de análise referidas na sessão anterior:

TC – Totalmente Correto;

PC – Parcialmente Correto;

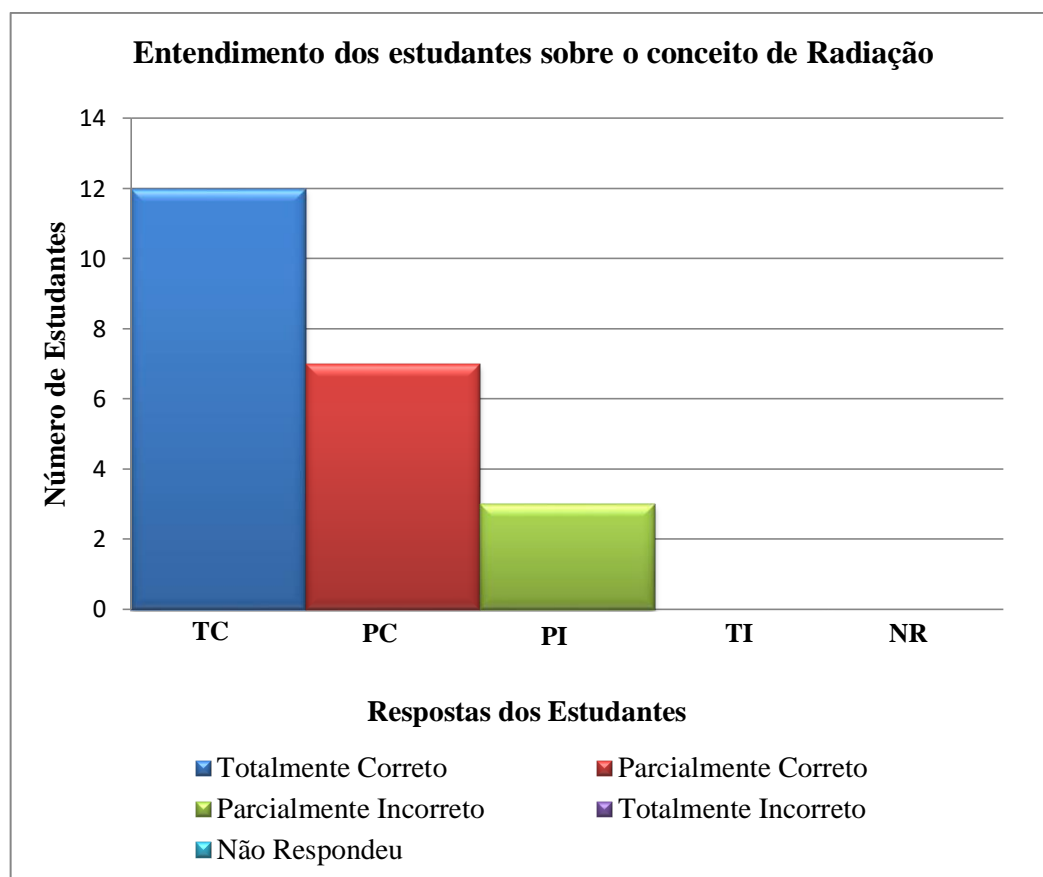
PI – Parcialmente Incorreto;

TI – Totalmente Incorreto;

NR – Não Respondeu;

As informações obtidas estão registradas na figura 7. A partir dos dados mostrados no gráfico, podemos analisar as respostas fornecidas pelos estudantes de acordo com cada categoria construída.

Figura 7 - Entendimento dos estudantes sobre o conceito de radiação após a realização da Oficina Temática.



Fonte: A autora

Dos 22 estudantes pesquisados, 12 tiveram suas respostas enquadradas na categoria TC – Totalmente Correto, sendo que no Questionário Geral Inicial apenas um estudante teve sua resposta enquadrada nesta categoria. O que representa um avanço na construção do conhecimento relacionado ao conceito de radiação pelos discentes. Algumas das respostas fornecidas pelos estudantes para o conceito de radiação foram: “*É uma forma de energia que podem ser ondas eletromagnéticas ou partículas (alfa e beta)*” (E9); “*São ondas eletromagnéticas ou partículas que se propagam com uma determinada velocidade*” (E11); “*São ondas eletromagnéticas que se propagam com uma determinada velocidade. Possuem carga elétrica, magnética e energia*” (E16).

Sete estudantes escreveram respostas que foram enquadradas na categoria PC – Parcialmente Correto. Algumas respostas fornecidas por este grupo de alunos para o conceito de radiação foram: “*São ondas eletromagnéticas que se propagam com uma determinada*

velocidade” (E5); “*Radiação é a propagação de energia de um ponto ao outro*” (E8); “*É uma forma de energia utilizada em Raios-X para o benefício da nossa saúde*” (E18).

E, pela análise dos dados, agora apenas três alunos escreveram respostas que foram enquadradas na categoria PI – Parcialmente Incorreto. A resposta dada pelo estudante E10 resume o entendimento desse grupo sobre o conceito de radiação: “*É uma forma de energia*” (E10).

Nenhuma resposta foi enquadrada nas categorias TI – Totalmente Incorreto e NR – Não Respondeu. A tabela 1 traz um comparativo do número de estudantes que teve suas respostas enquadradas em cada categoria, antes e depois da realização da Oficina Temática.

Tabela 1 - Entendimento dos estudantes sobre radiação.

Categorias	Questionário Inicial	Questionário Final
TC	01	12
PC	15	07
PI	06	03
TI	00	00
NR	00	00

Fonte: A autora

O quadro 8 traz alguns exemplares de respostas fornecidas pelos alunos sobre o conceito de radiação, antes e depois da realização da Oficina Temática.

Quadro 8 - Respostas dos estudantes sobre o conceito de radiação antes e depois da realização da Oficina Temática.

Respostas iniciais	Respostas finais
E1: “ <i>São ondas de raios de luz</i> ”.	E1: “ <i>Radiação é uma forma de energia. Pode ser ondas ou partículas</i> ”.
E11: “ <i>O sol, a luz, a eletricidade</i> ”.	E11: “ <i>São ondas eletromagnéticas ou partículas que se propagam com uma determinada velocidade</i> ”.
E5: “ <i>Na luz do sol, no celular, em tudo que tem energia</i> ”.	E5: “ <i>São ondas eletromagnéticas que se propagam com uma determinada velocidade</i> ”.

Fonte: A autora

Com base na análise das respostas mostradas no quadro 8, bem como dos dados apresentados na tabela 1, podemos concluir que houve uma considerável evolução no tocante à construção do conhecimento sobre o conceito de radiação pela maioria dos estudantes, após o desenvolvimento da Oficina Temática, com relação às concepções iniciais apresentadas pelos alunos.

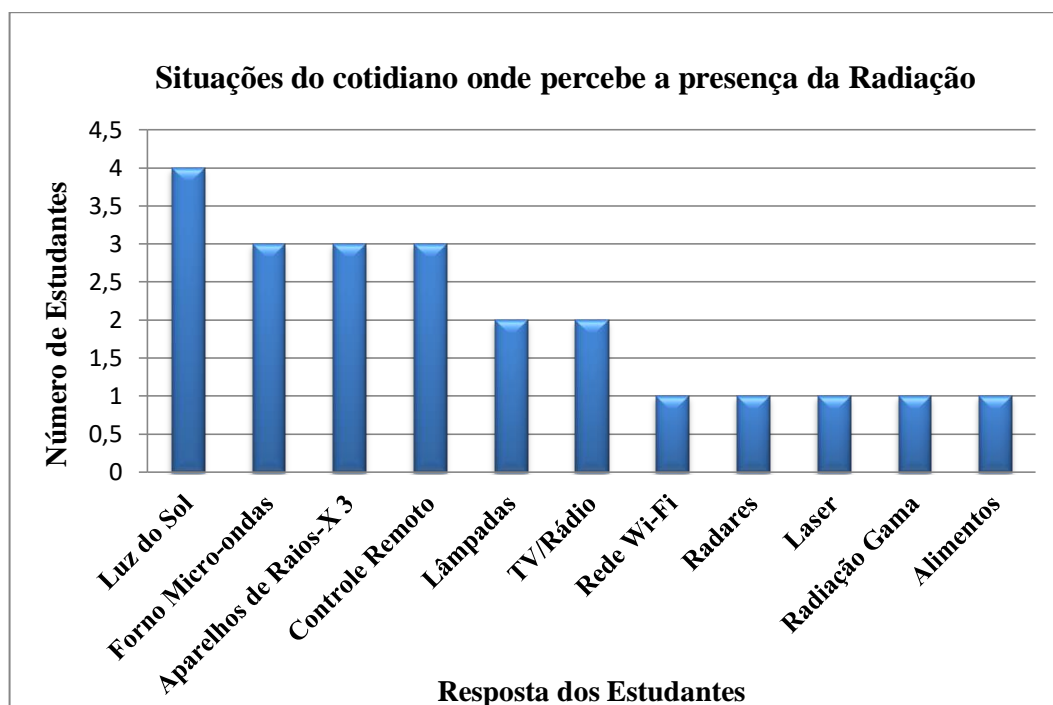
Analisando as respostas fornecidas pela maioria dos estudantes, principalmente os que tiveram suas respostas enquadradas na categoria TC, vemos que estes passaram a definir a radiação como ondas eletromagnéticas ou partículas, inclusive destacando suas características como: velocidade, carga elétrica e campo magnético. Entendimento semelhante para o conceito de radiação foi apresentado por alguns estudantes de uma escola pública de Porto Alegre/RS num trabalho desenvolvido por Coussirat, Fraga e Salgado (2019). Nesse trabalho, os alunos expressaram os conhecimentos adquiridos sobre Radioatividade na Estratégia de Rotação por Estações (RPE), por meio da construção de mapas conceituais. Um dos grupos de alunos pesquisados definiu radiação, em seu mapa conceitual, como a emissão de energia por meio de ondas ou partículas, o que vai ao encontro da definição apresentada pelos alunos na presente investigação.

Em pesquisa realizada por Medeiros e Lobato (2010) com estudantes do ensino médio de uma escola da rede pública da região metropolitana de Belo Horizonte, observou-se que a maioria (cerca de 80%) definiu o termo radiação como sendo ondas eletromagnéticas e Radiações nucleares, enfatizando que as Radiações eletromagnéticas podem estar presentes no cotidiano de todos. Os demais (20%) atrelaram o termo radiação exclusivamente a processos nucleares, demonstrando problemas na aprendizagem do conteúdo. Os autores ressaltam que nenhum estudante vinculou a radiação a malefícios e/ou benefícios para a sociedade ou para o ser humano.

O trabalho de Calheiro e Del Pino (2015) refere-se a uma pesquisa de doutorado que buscou analisar as concepções de estudantes do ensino médio de uma escola estadual de Santa Maria/RS acerca do termo radiação à luz da Teoria das Representações Sociais de Moscovici. Os alunos pesquisados relacionaram a radiação com radiação solar, emissão de raios e energia, enfatizando que a exposição prolongada a este tipo de radiação pode resultar em câncer de pele (visão relacionada aos malefícios à saúde). Segundo os autores, as respostas dos estudantes estão ligadas ao senso comum, sendo muitas vezes influenciadas pela mídia e pelos grupos sociais a que pertencem, como escola, comunidade, grupos de amigos e religião. “[...] Ficou claro que o tema radiação foi relacionado a questões ligadas a malefícios da saúde, questões que remetem à bomba atômica, a contaminação e a tecnologia, temas estes recorrentes nos meios de comunicação”. (CALHEIRO; DEL PINO, 2015, p. 08). Em nosso trabalho, os estudantes também apresentaram, em suas concepções iniciais, a relação da radiação com radiação solar, raios e energia. No entanto, essa visão foi modificada e se aprimorou após o desenvolvimento do conteúdo sobre radiação na OT.

Na segunda questão do Questionário Final, os estudantes deveriam dizer em quais situações do seu cotidiano percebiam a presença da radiação. As informações obtidas estão registradas na figura 8.

Figura 8 - Concepções dos estudantes sobre a presença da radiação no seu cotidiano após a realização da Oficina Temática.



Fonte: A autora

A análise dos dados da figura 8 mostra que as respostas apresentadas pelos estudantes com relação à presença da radiação em situações do seu cotidiano foram um pouco diferentes das apresentadas no Questionário Geral Inicial. Algumas respostas apareceram novamente como: a luz do sol, o forno micro-ondas, televisão/rádio e aparelhos de Raios-X. No entanto, agora tivemos uma variedade maior de situações elencadas pelos alunos e que não apareceram nas respostas iniciais, tais como: controle remoto, rede *Wi-Fi*, radares, *lasers*, radiação gama e alimentos. Aumentou o número de alunos que citaram o aparelho de Raios-X, enquanto que o telefone celular, o qual foi o mais citado da primeira vez, agora nem foi mencionado.

Acredita-se que a maior variedade de situações elencadas pelos estudantes se deva ao trabalho desenvolvido na Oficina Temática, visto que foram abordados todos os tipos de Radiações do espectro eletromagnético, inclusive citando algumas aplicações de cada uma delas na sociedade. Podem-se destacar os Raios-X, os quais foram amplamente discutidos na OT, assim como a radiação gama utilizada na Radioterapia para o tratamento do câncer e também para a irradiação dos alimentos (assunto que também foi trabalhado em aula). E, por

fim, o aparelho de controle remoto que emite radiação infravermelha e foi apresentado como uma aplicação desta por um grupo de alunos no seminário final de sistematização da OT e também na Feira de Ciências da escola.

Com relação às respostas fornecidas pelos alunos para as situações do cotidiano em que percebem a presença da radiação, se faz relevante destacar que alguns desses resultados são semelhantes aos encontrados por Coussirat e Salgado (2019) ao aplicarem uma estratégia didática de Rotação por Estações para o ensino de Radioatividade em um espaço não-formal de aprendizagem. Neste trabalho os estudantes também elencaram a utilização dos Raios-X na medicina para visualização dos ossos do corpo humano como uma das aplicações da radiação no cotidiano. Cabe registrar que este trabalho foi desenvolvido em uma “*Homeschool*” de uma grande capital, enquanto a presente investigação foi aplicada em uma escola pública do interior. No entanto, pode-se observar que a utilização da radiação do tipo Raios-X na medicina é um assunto que se encontra presente em ambas as realidades dos estudantes, mesmo em contextos tão distintos.

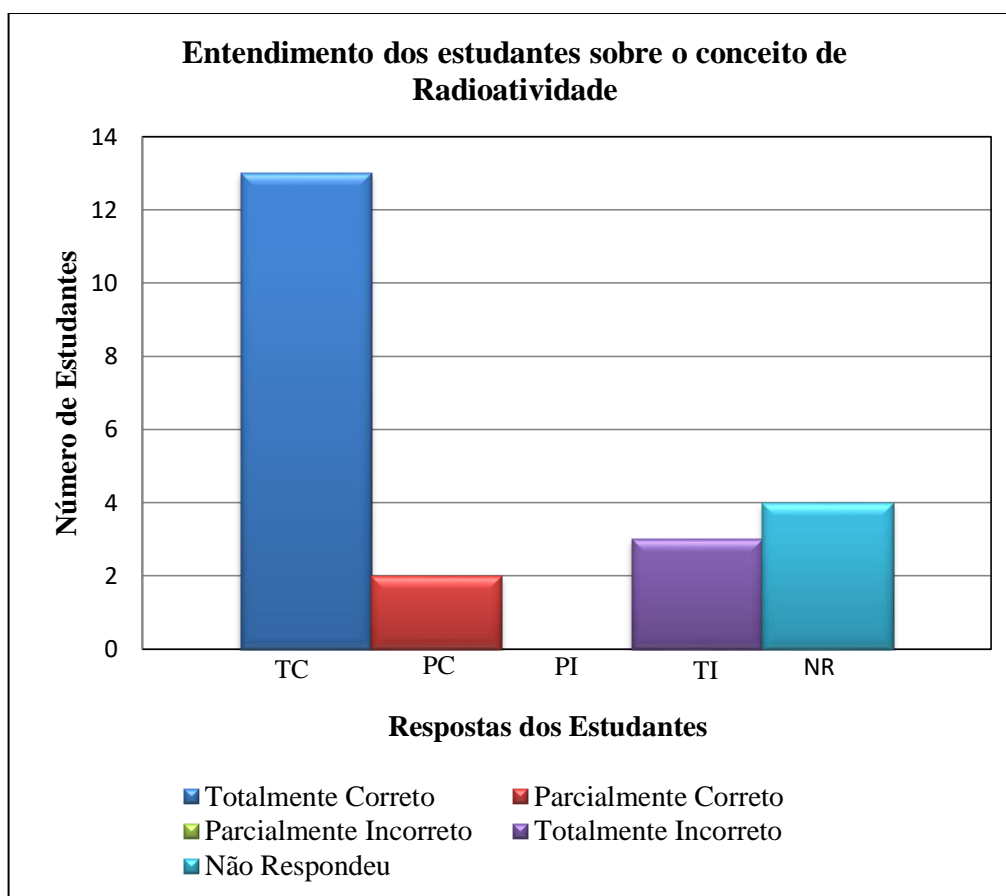
No trabalho desenvolvido por Coussirat, Fraga e Salgado (2019) sobre a utilização de mapas conceituais para avaliar conhecimentos adquiridos sobre Radioatividade na RPE, os estudantes também elencaram a medicina como uma das áreas de aplicação da radiação, enfatizando principalmente a utilização da mesma na Radioterapia e na realização de exames de Raios-X. O fato de os alunos mencionarem a aplicação médica para os Raios-X evidencia “a relação dos saberes construídos em aula com sua aplicação no cotidiano”. (COUSSIRAT; FRAGA; SALGADO, 2019, p. 10). Nesse sentido fica evidente que o desenvolvimento dos conteúdos de Química por meio de temáticas, relacionadas à vivência do estudante, o que caracteriza um ensino contextualizado, favorece a construção do conhecimento por parte dos mesmos pelo fato de se tornar significativo para eles e com aplicação no seu cotidiano. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018; FREIRE, 1996; MALDANER, 2003; MARCONDES, 2008).

Nascimento, Almeida e Souza (2019), aplicaram um minicurso sobre a radiação nos alimentos na disciplina de Física para estudantes da Educação de Jovens e Adultos (EJA) de uma escola pública na cidade de Amargosa/BA. Nesta pesquisa, os autores relatam que os alunos investigados citaram a presença da radiação nos alimentos (banana, leite em pó, carne, castanha do Pará, entre outros), em procedimentos médicos como radiografias e Radioterapia, e em outras situações, como: radiação solar, Raios-X, telefone celular, solo, TV e até em computadores.

Outros trabalhos realizados nesta mesma linha de investigação (CALHEIRO; DEL PINO, 2015; MEDEIROS; LOBATO, 2010; SILVA; ROSA, 2013) apresentaram resultados semelhantes quanto às respostas dadas pelos alunos para as situações do cotidiano onde percebem a presença da radiação, sendo elas: radiação solar (IV e UV), aparelhos de Raios-X; forno de micro-ondas, aparelhos de rádio/TV, luz, telefone celular, Radiações nucleares e Radiações presentes no meio ambiente. O que, de certa forma, nos permite dizer que os discentes apresentam um entendimento bastante parecido sobre o assunto, mesmo em se tratando de estratégias de ensino diversificadas aplicadas em lugares distintos.

Com relação ao conteúdo sobre Radioatividade, os estudantes foram questionados sobre o conceito construído por eles sobre a mesma. As respostas apresentadas pelos alunos foram agrupadas nas mesmas categorias de análise já mencionadas anteriormente, ou seja, TC, PC, PI, TI e NR. As informações obtidas estão registradas na figura 9.

Figura 9 - Entendimento dos estudantes sobre o conceito de Radioatividade após a realização da Oficina Temática.



Fonte: A autora

A análise dos dados do gráfico aponta que, dos 22 alunos pesquisados, 13 tiveram a sua resposta enquadrada na categoria TC. Este grupo de alunos relacionou corretamente a Radioatividade como emissão de radiação pelo núcleo do átomo de elementos químicos radioativos, ressaltando que pode se tratar de um fenômeno natural ou artificial. Embora nenhum estudante tenha associado a Radioatividade à característica de instabilidade apresentada pelo núcleo dos átomos de elementos radioativos e nem mencionado os tipos de emissões radioativas (α , β e γ). Alguns exemplares de respostas fornecidas nesta categoria são transcritas a seguir: “*É a radiação que é emitida do núcleo do átomo de um elemento radioativo*” (E1); “*É um fenômeno natural ou artificial pelo qual alguns elementos químicos são capazes de emitir Radiações*” (E9); “*É um fenômeno natural ou artificial em que o núcleo emite radiação*” (E22).

Apenas dois alunos forneceram respostas que se encaixam na categoria PC, definindo a Radioatividade como: “*Um fenômeno nuclear que resulta da emissão de energia por átomos, provocada em decorrência de uma desintegração de elementos químicos*” (E17; E19). Nota-se que estes estudantes, apesar de mencionarem que se trata de um fenômeno relacionado ao núcleo do átomo, falam em emissão de energia e não de radiação, além de não explicitarem o entendimento de que o elemento químico deve ser radioativo e não um elemento químico qualquer.

Três estudantes responderam de forma incorreta a questão (categoria TI), conceituando a Radioatividade como “*uma forma de transmissão de ondas eletromagnéticas*” (E13; E14; E18). Observa-se que este grupo de alunos não conseguiu construir um entendimento acerca dos fenômenos radioativos que ocorrem no núcleo dos átomos, confundindo o fenômeno da Radioatividade com Radiações eletromagnéticas, as quais também foram estudadas no decorrer da OT. Não houve nenhuma resposta enquadrada na categoria PI. E quatro alunos não responderam a questão solicitada.

O fato de três estudantes terem tido suas respostas enquadradas na categoria totalmente incorreto com relação ao conceito de Radioatividade e quatro estudantes não terem respondido a referida questão, após a realização da OT, pode estar relacionado com um maior grau de dificuldade por parte destes alunos para entender os conceitos apresentados. Deve-se levar em consideração nesta situação que, ao se trabalhar um conteúdo em sala de aula, independente da disciplina, nem sempre se consegue que a totalidade dos estudantes tenha um desempenho homogêneo e satisfatório. Havendo, por vezes, aqueles que demandam um tempo maior ou explicações mais pormenorizadas por parte do professor para a construção do seu conhecimento.

Cabe ressaltar que os estudantes não foram questionados previamente à realização da OT sobre o conceito de Radioatividade, não havendo, desse modo, como fazer uma comparação com as respostas fornecidas no pré-teste com as fornecidas no pós-teste. No entanto, pode-se observar que a maioria dos estudantes da turma construiu um entendimento correto com relação ao conceito de Radioatividade, expressando de modo satisfatório a sua aprendizagem.

O entendimento apresentado pelos estudantes que responderam de forma correta a questão sobre Radioatividade na presente investigação, definindo-a como emissão de radiação pelo núcleo de átomo de elementos químicos radioativos, foi um pouco diferente do entendimento expressado pelos alunos pesquisados no trabalho desenvolvidos por Coussirat, Fraga e Salgado (2019). Na Estratégia de Rotação por Estações (RPE) aplicada pelos referidos autores, os discentes apresentaram em seus mapas conceituais os seguintes entendimentos sobre a Radioatividade: desintegração radioativa com emissão de Radiações alfa, beta e gama; Radioatividade como transformação dos elementos químicos, por meio do processo de decaimento radioativo; e também elencaram aspectos relacionados com o histórico da descoberta da Radioatividade. (COUSSIRAT; FRAGA; SALGADO, 2019). Como se observa, na referida pesquisa os estudantes citaram os tipos de Radiações nucleares: alfa, beta e gama, e, também, apontaram aspectos da história da Radioatividade, conceitos estes, que não aparecem nas respostas fornecidas pelos nossos alunos.

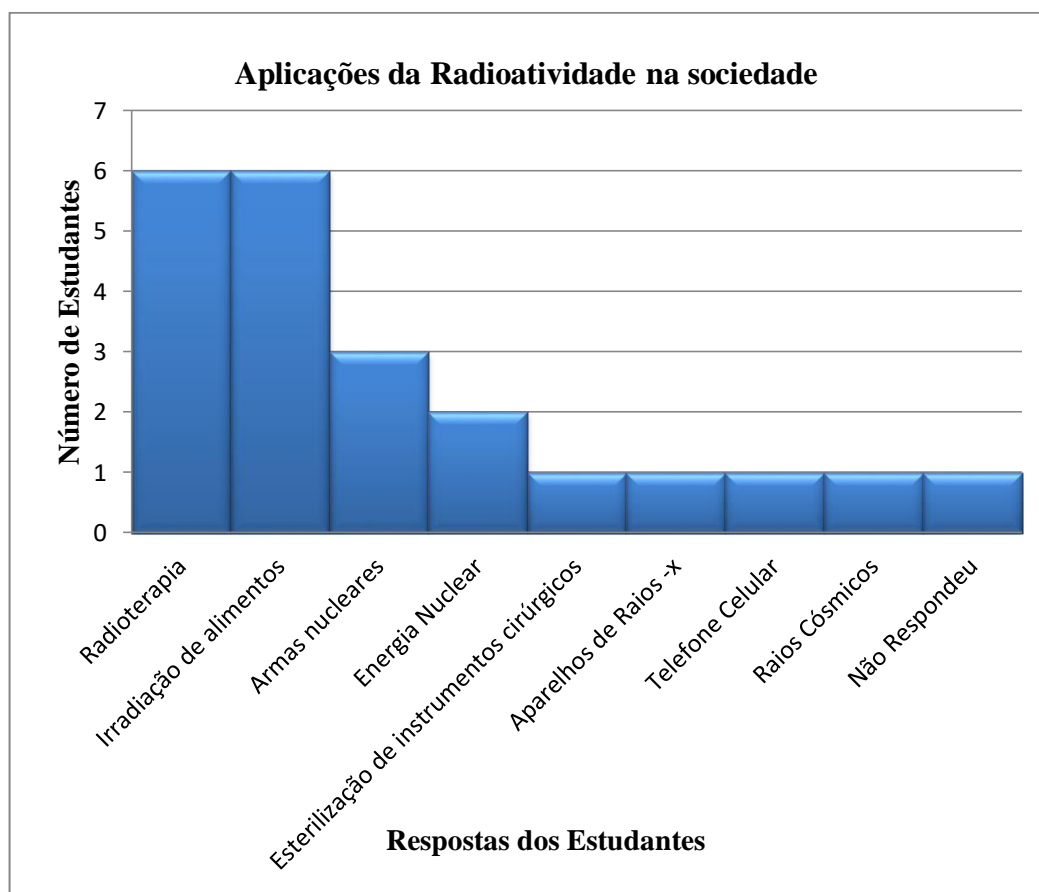
A diferença com relação às respostas obtidas pode ser atribuída aos diferentes enfoques dados a temática pelos dois trabalhos. Enquanto no trabalho por meio da RPE foram desenvolvidas atividades voltadas mais especificamente ao trabalho sobre conceitos, como desintegração radioativa e tempo de meia-vida, na presente Oficina Temática, as atividades voltaram-se mais à aplicação das Radiações e da Radioatividade na área da medicina, com destaque para a Radioterapia e os exames com Raios-X. Cabe destacar, contudo, que a parte histórica e conceitual do conteúdo sobre Radioatividade foi bastante enfatizada.

No trabalho de Aquino e De Chiaro (2013), a análise dos mapas conceituais construídos após o desenvolvimento de uma unidade temática sobre Radioatividade evidenciou que um grupo de estudantes relacionou a Radioatividade com as aplicações nucleares através da medicina, a elementos históricos como as descobertas do casal Curie e Rutherford, além do fenômeno físico propriamente dito, ao representarem os decaimentos alfa, beta e gama. Já outro grupo de alunos apresentou a ideia da presença da Radioatividade em todos os lugares, associou-a com a energia nuclear, trouxe a perspectiva histórica com Becquerel e a noção de radioativo como um núcleo instável. Em outra pesquisa, os estudantes

investigados por Calheiro e Del Pino (2015) conceituaram a Radioatividade como a propriedade que os átomos têm de emitir radiação alfa e beta nos processos nucleares e também com processos radioativos, através da emissão de raios, pois cada interação tem alguma reação que libera alguma Radioatividade.

A próxima questão colocada para os estudantes relacionava-se com as aplicações da Radioatividade na sociedade, sendo que as respostas fornecidas pelos alunos após a realização da OT são apresentadas na figura 10. Os dados mostram que as aplicações para a Radioatividade elencadas pelos alunos foram as seguintes: Radioterapia (06 estudantes), irradiação de alimentos (06 estudantes), armas nucleares (03 estudantes), energia nuclear (02 estudantes), esterilização de instrumentos cirúrgicos, raios cósmicos, aparelhos de Raios-X e telefone celular (01 estudante cada). Sendo que apenas um aluno não respondeu a questão solicitada.

Figura 10 - Concepções dos estudantes sobre as aplicações da Radioatividade na sociedade, após a realização da OT.



Fonte: A autora

Podemos observar que, após a realização da Oficina Temática, 19 estudantes responderam corretamente a questão. Isto representa um avanço no desempenho dos discentes, visto que, antes da realização da Oficina Temática, apenas 10 dos 22 alunos pesquisados expressaram um conhecimento correto sobre esse aspecto.

Percebe-se que houve uma maior diversidade de situações para as aplicações da Radioatividade na sociedade elencadas pelos estudantes, relacionando com os assuntos estudados na OT, tais como: Radioterapia, irradiação de alimentos, esterilização de instrumentos cirúrgicos e raios cósmicos. Os estudantes também elencaram agora o uso da Radioatividade na medicina, muito provavelmente devido à ênfase dada ao uso da Radioatividade no tratamento do câncer através da Radioterapia, trabalhado durante as aulas. Sendo que esta aplicação para a Radioatividade não foi citada na sondagem inicial.

Dois estudantes relacionaram de forma incorreta a aplicação da Radioatividade com a utilização em exames de Raios-X e com a radiação emitida pelo telefone celular. O fato de confundirem a Radioatividade com a radiação do tipo Raios-X é, de certa forma comum entre os estudantes, conforme já foi discutido ao analisarmos a questão semelhante realizada no pré-teste e ressaltado no trabalho de Aquino e De Chiaro (2013).

O quadro 9 traz alguns exemplares de respostas fornecidas pelos alunos sobre a aplicação da Radioatividade, comparando as mesmas antes e depois da realização da Oficina Temática.

Quadro 9 - Respostas dos estudantes sobre a aplicação da Radioatividade na sociedade antes e depois da realização da Oficina Temática.

Respostas iniciais	Respostas finais
E2: <i>“Já ouvi falar, mas não lembro”.</i>	E2: <i>“Radioterapia, energia nuclear e bombas atômicas”.</i>
E7: <i>“Nas usinas nucleares”.</i>	E7: <i>“No tratamento do câncer através da Radioterapia, para conservação de frutas e outros alimentos e na produção de energia nuclear”.</i>
E14: <i>“No telefone celular e no forno micro-ondas”.</i>	E14: <i>“Na Radioterapia e na conservação de alimentos”.</i>

Fonte: A autora

Através da comparação das respostas fornecidas pelos estudantes no pré-teste e no pós-teste e apresentadas no quadro 9, pode-se observar que agora os estudantes elencaram uma diversidade maior de situações em que a Radioatividade é aplicada na sociedade, com destaque especial para seu uso na medicina por meio da Radioterapia. Analisando, em

particular, as respostas fornecidas pelo estudante identificado como E2, vemos que no pré-teste ele não conseguiu elencar uma aplicação para a Radioatividade, mas agora, no pós-teste, citou, de maneira correta, três aplicações para a Radioatividade, o que representa um avanço em sua aprendizagem. Essa situação pôde ser identificada também com outros estudantes. De modo geral, pode-se dizer que os estudantes envolvidos na presente investigação apresentaram um avanço significativo no tocante à construção de conhecimentos sobre a Radioatividade.

Outro aspecto a se considerar é que, após a aplicação da OT, a maioria dos alunos elencou situações que exemplificam as aplicações benéficas da Radioatividade na sociedade, ao contrário da visão que os mesmos apresentavam no pré-teste. Com isso, se conseguiu alcançar um dos objetivos específicos do nosso trabalho, que era ampliar o entendimento dos estudantes acerca da utilização da radiação e da Radioatividade como algo benéfico, elencando outros campos de aplicação, como a medicina. Além de desmistificar a imagem apresentada pela mídia e presente no senso comum da maioria da população de que a Radioatividade só traz malefícios para a sociedade.

Comparando os resultados obtidos para esta questão com os apresentados por outras pesquisas (CALHEIRO; DEL PINO, 2015; COUSSIRAT; FRAGA; SALGADO, 2019; SILVA; ROSA, 2013) pode-se observar que os resultados são semelhantes, visto que, nos referidos trabalhos, os estudantes também elencaram como aplicações para a Radioatividade a área da medicina, com destaque para a utilização de radioisótopos no diagnóstico e tratamento de doenças, a irradiação de alimentos, a energia nuclear produzida nas usinas nucleares e as armas nucleares. Outras aplicações para a Radioatividade elencadas pelos discentes em trabalhos realizados nesta mesma linha de investigação foram: datação de fósseis por meio do Carbono-14, esterilização de materiais, agricultura, indústria, entre outros. (AQUINO; DE CHIARO, 2013; COSTA; CUNHA; AIRES, 2011; SANTOS *et al*, 2010).

Na questão de número sete, os alunos foram questionados se a radiação poderia ser usada para o diagnóstico e tratamento de doenças, sendo apresentadas as opções “sim” e “não”. Sendo que em caso de respostas afirmativas foi solicitado que os mesmos explicassem de que forma isso poderia ocorrer. Pela análise das respostas observou-se que todos os 22 estudantes marcaram a opção “sim”. A explicação dada pela maioria dos discentes concentrou-se em torno do argumento de que, para o diagnóstico de doenças, a radiação poderia ser usada para a realização de exames de Raios-X e para o tratamento de doenças ela seria utilizada no tratamento do câncer, por meio da Radioterapia. Sendo que alguns alunos elencaram os tipos de Radioterapia que foram estudados em aula, ou seja, a Teleterapia e a

Braquiterapia. Alguns exemplares das respostas fornecidas pelos alunos são transcritos a seguir:

“Os Raios-X para o diagnóstico e para o tratamento usamos a Radioterapia” (E3).

“Pode ser utilizada na descoberta de doenças sem precisar de cirurgia e em tratamentos contra o câncer” (E12).

“Raios-X para o diagnóstico de doenças e para o tratamento a Radioterapia, que pode ser com a Braquiterapia ou a Teleterapia” (E13).

Pode-se observar que os estudantes citaram em suas respostas as duas situações que foram trabalhadas com mais ênfase na realização da OT, as quais foram a utilização dos Raios-X para exames diagnósticos e da Radioterapia para o tratamento do câncer. Embora outras situações tenham sido comentadas em aula, como os exames realizados em medicina nuclear com o uso de radioisótopos: Cintilografia, Tomografia Computadorizada por Emissão de Fóton Único (SPECT) e Tomografia por Emissão de Pósitron (PET), observou-se que estes não foram citados pelos alunos em suas respostas.

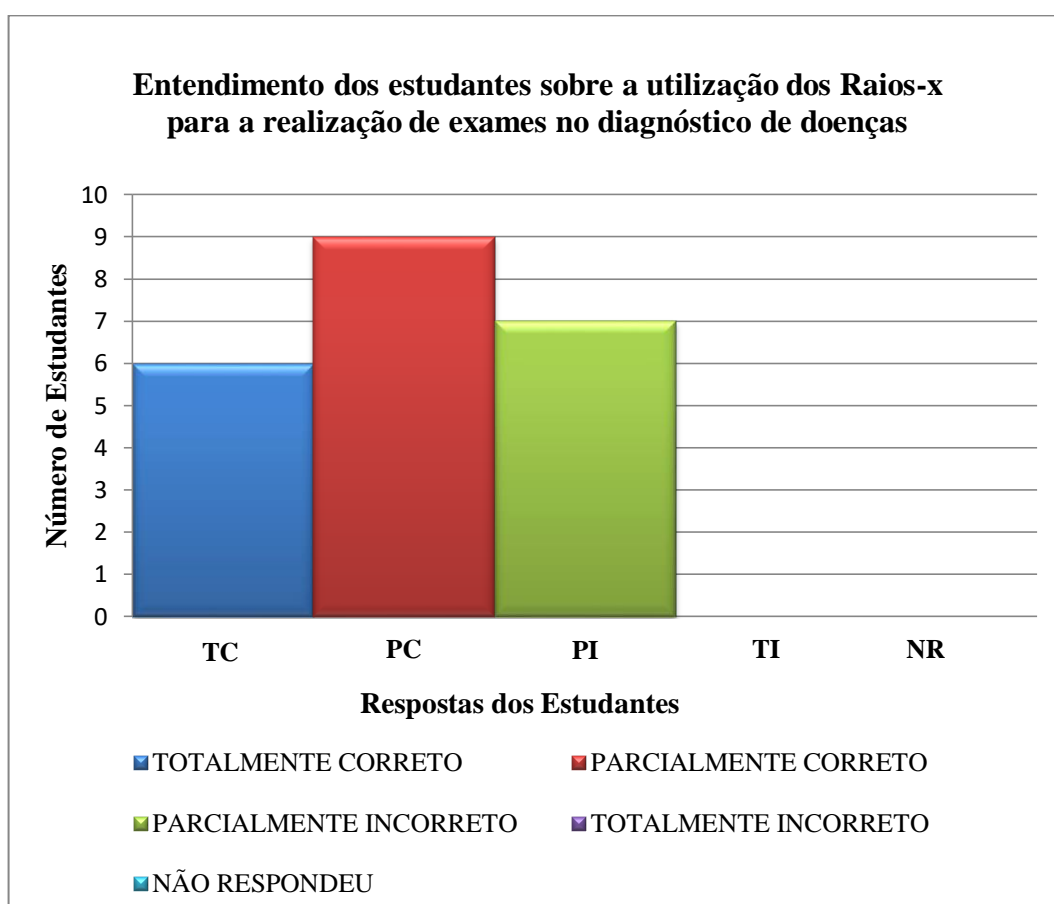
O trabalho desenvolvido por Gomes, Silva e Souza (2017) também abordou a temática da Radioatividade com os estudantes do ensino médio, com um enfoque voltado para as aplicações na área da medicina. A atividade realizada consistiu no uso de um texto de divulgação científica que tratava sobre a utilização dos radioisótopos na medicina. Quando perguntados sobre como é possível realizar o diagnóstico de doenças a partir da utilização da radiação, a maioria dos discentes relacionou o diagnóstico aos radionuclídeos emissores de radiação gama, bem como a importância da dosagem correta para que a radiação não venha a prejudicar a saúde do paciente. Os estudantes também ressaltaram que a Radioatividade pode ser usada na medicina para a descoberta e tratamento do câncer. Entendimento este semelhante ao expressado pelos estudantes investigados por Silva e Rosa (2013), que citaram que as Radiações ionizantes podem ser usadas no tratamento de certas doenças e para o diagnóstico delas, como por exemplo, na detecção de tumores, para eliminar tumores do organismo e para fazer exames de Raios-X. Os resultados obtidos nesses dois trabalhos vão ao encontro dos resultados obtidos em nossa investigação.

Na investigação realizada por Souza, Souza e Bezerra (2019), os alunos também foram questionados quanto à aplicação da Radioatividade na medicina. Em suas respostas, apontaram que o emprego da Radioatividade deve se dar de forma correta e responsável, pois esta aplicação traz grandes benefícios para a sociedade, visto que “[...] as aplicações vão

desde a detecção ao tratamento, e, sem dúvida deve ser utilizada para proporcionar qualidade de vida para as pessoas”. (SOUZA; SOUZA; BEZERRA, 2019, p. 06).

Na questão de número oito foi proposta uma pergunta aberta solicitando aos alunos que explicassem brevemente porque os Raios-X poderiam ser utilizados para a realização de exames para o diagnóstico de doenças. As respostas foram agrupadas nas mesmas categorias de análise referidas anteriormente, quais sejam: TC – Totalmente Correto; PC – Parcialmente Correto; PI – Parcialmente Incorreto; TI – Totalmente Incorreto; NR – Não Respondeu. As informações obtidas estão registradas na figura 11.

Figura 11 - Entendimento dos estudantes sobre a utilização dos Raios-X na realização de exames para o diagnóstico de doenças.



Fonte: A Autora

De acordo com os dados mostrados no gráfico, podemos ver que, dos 22 alunos investigados, seis tiveram suas respostas enquadradas na categoria TC. Esse grupo de alunos expressou um entendimento correto a respeito da questão colocada, porque trabalhou com a questão da diferença de densidade, que é o principal conceito envolvido. Explicaram que os Raios-X podem ser utilizados para exames de diagnóstico como fraturas nos ossos, por

exemplo, pelo fato de que os ossos, por serem mais densos, absorverão a maior parte da radiação e os tecidos e órgãos mais moles absorvem menos a radiação, podendo ser atravessados por ela. Algumas respostas colocadas por este grupo de alunos foram:

“Porque os órgãos moles absorvem menos a radiação e os ossos absorvem por serem mais densos e conterem Cálcio” (E11).

“Pois ele permite uma boa imagem dos ossos como, por exemplo, uma fratura será vista claramente, doenças que afetam o pulmão, alguns órgãos por serem mais densos a imagem pode ser vista através do ‘raio-X’” (E12).

“Para descobrir onde estão as fraturas nos ossos, porque os ossos contêm Cálcio são mais densos e absorvem mais a radiação” (E21).

Nove estudantes tiveram suas respostas enquadradas na categoria PC. Estes alunos, embora também tenham conseguido construir um conhecimento que pode ser considerado correto a respeito do que foi perguntado, expressaram respostas menos completas que o grupo anterior. Os mesmos responderam que os ossos poderiam ser visualizados através do exame de Raios-X porque eram mais densos, mas não relacionaram essa característica com a capacidade de absorver mais a radiação, sendo que alguns apenas citaram que os Raios-X permitiam visualizar fraturas nos ossos e doenças pulmonares, sem explicar “como” ou “porque” isso era possível. Vejamos alguns exemplares de respostas fornecidas por este grupo de alunos:

“Pode ser utilizado para ver se algum osso está quebrado, pois os ossos são mais densos” (E13).

“Pois ele nos permite ver fraturas nos ossos, doenças que afetam os pulmões, problemas em outros órgãos, etc” (E9).

“Porque atravessam as partes moles do corpo e são barrados nos ossos, e ficam brancos na chapa, podendo detectar uma quebra” (E17).

Na categoria PI, tivemos sete estudantes que forneceram respostas consideradas parcialmente incorretas. Estes estudantes apresentaram respostas vagas ou até mesmo equivocadas e com erros conceituais, sendo que a maioria apenas explicou que os Raios-X permitem visualizar certas estruturas do corpo humano, como ossos e pulmões, sem explicar porque isso é possível. Algumas respostas fornecidas são transcritas a seguir:

“Porque ele permite ver a estrutura do corpo, como ossos e pulmões” (E3).

“Porque a massa mole não absorve radiação, apenas os ossos absorvem por conterem Cálcio, portanto, apenas os ossos aparecem” (E5).

“Porque pode ser visto por imagem” (E19).

Não houve nenhuma resposta enquadrada nas categorias TI e NR.

Os resultados obtidos mostram que a maioria dos estudantes pesquisados (15 somando-se as categorias TC e PC) conseguiu expressar um entendimento correto sobre porque a radiação do tipo Raios-X pode ser utilizada para a realização de exames que permitem diagnosticar algumas doenças, principalmente aquelas relacionadas com os ossos e os pulmões. O que pode ter contribuído para a construção desse entendimento foram os conteúdos e atividades trabalhados na OT com relação à radiação do tipo Raios-X, entre eles a analogia que mostra como a radiação do tipo Raios-X permite visualizar a estrutura óssea da mão com o auxílio da luz visível, adaptada do Programa PIBID (COUSSIRAT; SALGADO, 2018) e, também, a palestra ministrada para os estudantes por uma técnica em radiologia, a qual trouxe vários esclarecimentos acerca da realização de exames utilizando-se a técnica de Raios-X.

Podemos ver que apenas sete estudantes (categoria PI) apresentaram um desempenho não tão satisfatório quanto o esperado. Dessa forma, pode-se considerar que, no geral, os estudantes construíram um conhecimento sólido com relação a este aspecto trabalhado na Oficina Temática, evoluindo do nível dos conhecimentos cotidianos para o nível do conhecimento científico, conforme aponta a teoria vygotskyana. (REGO, 1995).

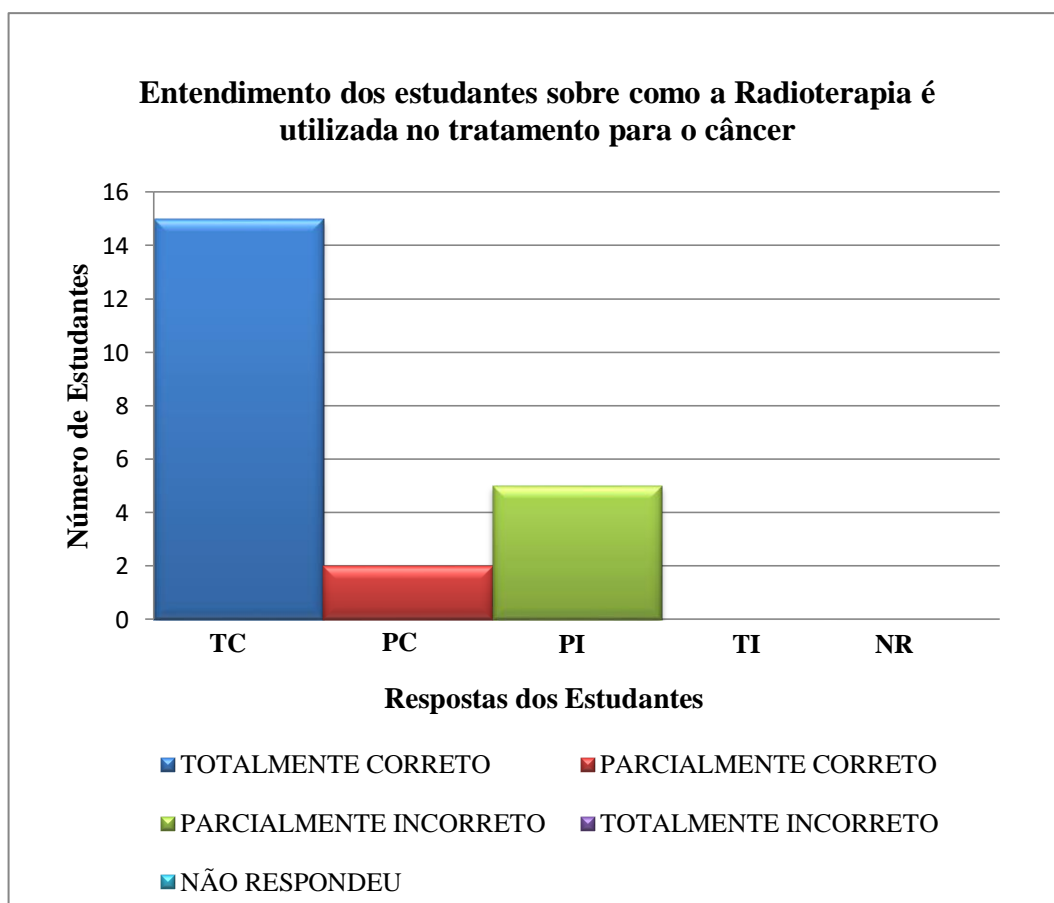
Na pesquisa desenvolvida por Coussirat, Fraga e Salgado (2019), ao serem questionados sobre uma aplicação dos Raios-X, os alunos elencaram a aplicação médica para o diagnóstico de doenças nos seres humanos e nos animais, evidenciando a relação dos saberes construídos em aula com sua aplicação no cotidiano. Especificamente com relação à questão sobre porque na imagem de Raios-X os ossos aparecem mais escuros que a pele e os músculos, os alunos argumentaram que “os Raios-X eram capazes de atravessar tecidos com baixa densidade como a carne humana, mas não tecidos de maior densidade, como o tecido ósseo”. (COUSSIRAT; FRAGA; SALGADO, 2019, p. 05). Resultados estes que são semelhantes aos encontrados em nossa investigação.

Em outro trabalho realizado por Coussirat e Salgado (2019), os discentes também elencaram a aplicação dos Raios-X na medicina para visualização dos ossos do corpo humano. Já na investigação feita por Aquino e De Chiaro (2013), os estudantes expressaram um entendimento um pouco diferente, visto que não citaram a aplicação dos Raios-X na área da medicina. Eles conceituaram os Raios-X como sendo um tipo de radiação que não tem origem nuclear, relacionando-o a um evento histórico que foi a sua descoberta por Röntgen, a qual foi de fundamental importância para o avanço dos estudos sobre a Radioatividade.

A questão de número nove também se configurou como uma pergunta aberta, onde os alunos foram solicitados a responder em que consistia o tratamento por meio da Radioterapia para tratar doenças como o câncer, por exemplo. Mais uma vez, as respostas foram enquadradas nas categorias TC, PC, PI, TI e NR.

Os dados obtidos estão representados na figura 12 a seguir.

Figura 12 - Entendimento dos estudantes sobre como a Radioterapia é utilizada para o tratamento do câncer.



Fonte: A Autora

Por meio das informações apresentadas no gráfico, observa-se que dos 22 estudantes pesquisados, 15 tiveram suas respostas enquadradas na categoria Totalmente Correto, ou seja, a maioria deles. Este grupo organizou suas respostas em torno do argumento que na Radioterapia se utiliza a radiação ionizante para matar ou destruir as células cancerígenas. Um entendimento que pode ser considerado correto. Sendo que alguns alunos, inclusive, citaram as duas maneiras de se realizar a Radioterapia, as quais são: a Braquiterapia e a Teleterapia. Algumas respostas fornecidas pelos discentes são apresentadas a seguir:

“O tratamento consiste em eliminar as células cancerígenas usando radiação ionizante” (E14).

“Ele consiste em um método de tratamento de câncer que usa a radiação iônica para destruir células cancerígenas. Pode ser realizada através da Braquiterapia (fonte radioativa no interior do paciente) ou Teleterapia (onde a radiação é feita através de uma determinada distância)” (E9).

“Se utiliza uma radiação ionizante para enfraquecer e matar as células cancerígenas e doentes” (E18).

Dois estudantes forneceram respostas que podem ser enquadradas na categoria parcialmente correta (PC). A resposta do aluno identificado como E13 exemplifica essa categoria: *“A radiação ionizante mata as células cancerígenas, sem interferir nas células sadias”*. Mesmo que este estudante tenha expressado um entendimento correto ao dizer que a radiação ionizante mata as células cancerígenas, ele apresenta um conceito equivocado ao afirmar que a radiação não afeta as células sadias. Na verdade, a radiação afeta também os tecidos saudáveis, mas de uma forma menos intensa de como ela age sobre as células doentes do tumor, as quais já são mais sensíveis à radiação. É por esse motivo que quando uma pessoa faz a Radioterapia ela apresenta reações colaterais como náuseas, vômitos, queimaduras, perda do apetite, entre outros.

Tivemos cinco estudantes que forneceram respostas consideradas parcialmente incorretas (categoria PI). Neste grupo estão aqueles estudantes que não conseguiram explicar de forma coerente de que modo a Radioterapia age sobre as células do tumor e também aqueles que apresentaram respostas vagas ou até mesmo equivocadas e com erros conceituais. Algumas respostas fornecidas por este grupo de alunos são transcritas a seguir:

“Consiste em melhorar a qualidade de vida do paciente, pois o tratamento diminui o tumor, podendo ou não realizar cirurgia, ou acabar com ele por completo” (E16).

“O paciente se deita em uma cama e a máquina vem soltando radiação ionizante” (E22).

“A Radioterapia é um método local/regional, feita através da aplicação de Radiações ionizantes diretamente no local” (E8).

É interessante comentar a resposta fornecida pelo estudante identificado como E22, o qual faz menção ao aparelho utilizado para a realização da Radioterapia, provavelmente devido às imagens ou aos vídeos que foram trabalhados em aula e que mostravam esse aparelho em ação no momento da realização da Radioterapia nos paciente em tratamento para o câncer.

Não houve nenhuma resposta enquadrada nas categorias TI e NR.

Podemos dizer que os estudantes, em sua maioria, expressaram um conceito correto com relação ao aspecto investigado nesta questão. O que indica que a maneira como o conteúdo sobre a Radioterapia foi trabalhado ao longo do desenvolvimento da OT, por meio da leitura e discussão de artigos que abrangeram vários aspectos relacionados com a Radioterapia e a posterior apresentação de seminários pelos grupos de alunos, possibilitou a construção do conhecimento por parte dos estudantes de maneira consistente e satisfatória.

Cabe ressaltar, no entanto, que mesmo expressando um entendimento correto de como a Radioterapia pode ser utilizada para o tratamento do câncer, os alunos não citaram os tipos de emissões radioativas que podem ser utilizados na Radioterapia (partículas alfa e beta e raios gama), os radioisótopos mais comumente utilizados como o Samário-153, o Irídio-192, o Césio-137 e o Cobalto-60, e não mencionaram o aspecto de que a radiação atinge de modo mais acentuado as células doentes do que as células saudáveis.

No trabalho desenvolvido por Gomes, Silva e Souza (2017) foram abordados aspectos relacionados ao uso da radiação para o tratamento do câncer por meio da Radioterapia. Sendo que, na referida pesquisa, os estudantes enfatizaram que na Radioterapia a dose de radiação a qual a pessoa fica exposta é controlada, diferentemente do que acontece em um acidente nuclear radioativo, como em Chernobyl, por exemplo, onde não se pode controlar a quantidade de radiação que é liberada para o ambiente, atingindo as pessoas que a ela estiverem expostas.

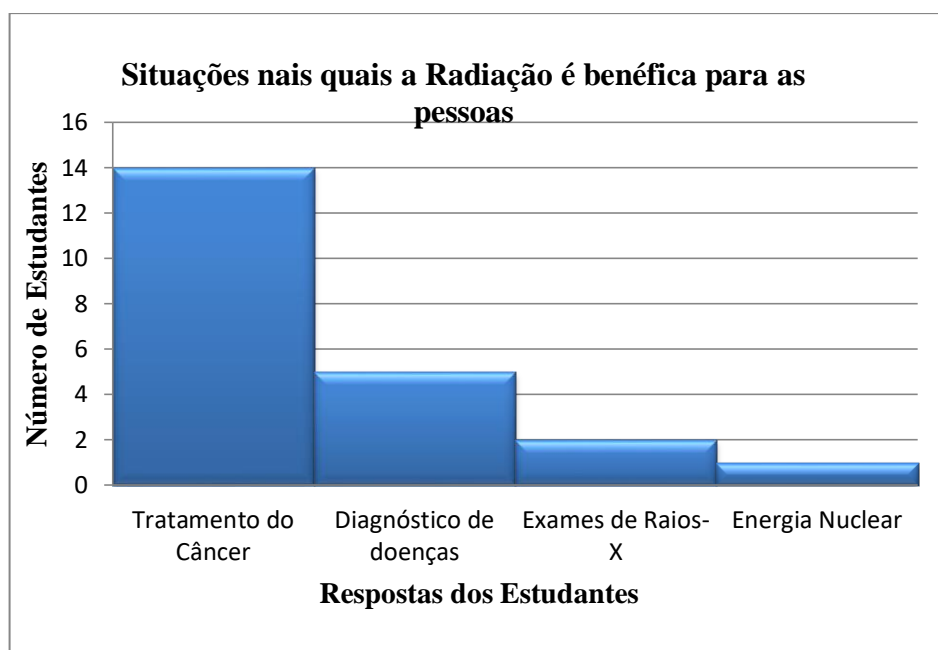
Na questão de número dez do questionário final procurou-se avaliar novamente o posicionamento dos alunos acerca da presença da radiação na vida das pessoas, desta vez levando em conta que o conteúdo sobre Radiações/Radioatividade já havia sido desenvolvido na OT. Buscou-se compreender em que medida se deu o desempenho dos alunos, sendo solicitado aos mesmos que elencassem agora, de maneira análoga ao questionário do pré-teste, em quais situações a radiação pode ser benéfica e em quais situações ele pode trazer malefícios.

A figura 13 ilustra as situações identificadas pelos estudantes nas quais a radiação pode ser benéfica para as pessoas. Com base nas informações apresentadas no gráfico da figura 13, podemos ver que as situações nas quais os estudantes entendem que a radiação é benéfica para as pessoas são as seguintes: tratamento do câncer (14 alunos), diagnóstico de doenças (05 alunos), realização de exames de Raios-X (02 alunos) e na produção de energia nuclear (01 aluno).

Comparando as respostas fornecidas agora com as do pré-teste, podemos ver que novamente os estudantes elencaram o diagnóstico e o tratamento de doenças como as

situações nas quais a radiação pode ser benéfica para as pessoas. No entanto, desta vez, citaram eventos específicos como o tratamento do câncer e o uso em exames de Raios-X, os quais foram abordados na realização da OT. Apenas um estudante citou uma aplicação benéfica para a radiação que não se relaciona com a área da medicina, que foi para a produção de energia nuclear.

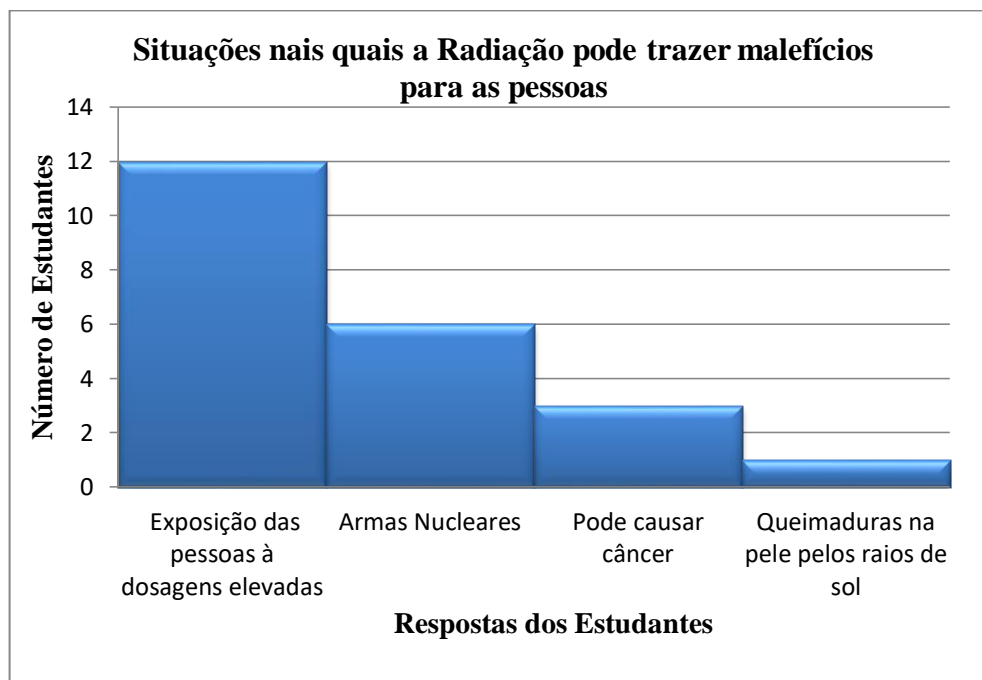
Figura 13 - Situações nas quais a radiação é benéfica para as pessoas elencadas pelos estudantes após a realização da OT.



Fonte: A Autora

A figura 14 ilustra as situações identificadas pelos estudantes nas quais a radiação pode trazer malefícios para as pessoas.

Figura 14 - Situações nas quais a radiação pode trazer malefícios para as pessoas elencadas pelos estudantes após a realização da OT.



Fonte: A Autora

Através da análise dos dados mostrados no gráfico, observou-se que as situações nas quais os estudantes entendem que a radiação pode trazer malefícios são as seguintes: exposição das pessoas a dosagens muito altas (12 alunos), armas nucleares (06 alunos), pode causar o câncer (03 alunos) e pode provocar queimaduras na pele pelos raios do sol (01 aluno).

Novamente comparando com as respostas fornecidas pelos estudantes no pré-teste, pode-se observar que as situações elencadas agora são semelhantes às citadas no questionário inicial de sondagem, ou seja, que a radiação pode trazer malefícios, pois pode causar doenças, quando em grandes quantidades ou em excesso e também quando utilizada em armas nucleares (bombas atômicas). No entanto, agora, um número maior de alunos relacionou que a radiação pode fazer mal quando as pessoas ficam expostas a dosagens muito altas. Também citaram de maneira explícita que pode causar câncer (o que não ocorreu nas respostas do pré-teste) e um estudante mencionou os malefícios da radiação relacionados às queimaduras na pele causadas pela exposição aos raios solares. Sendo que todas as situações elencadas pelos alunos foram discutidas e trabalhadas no decorrer da OT.

De um modo geral, pode-se dizer que a maioria dos estudantes conseguiu expressar um entendimento correto com relação às situações nas quais a radiação pode trazer benefícios ou malefícios para as pessoas, conforme era o esperado. Em suas respostas, os discentes argumentaram que a radiação é benéfica quando utilizada para o tratamento e diagnóstico de

doenças e que pode trazer malefícios quando usada em grandes doses ou quantidades, podendo causar danos à saúde das pessoas.

As respostas transcritas a seguir sintetizam o entendimento da maioria dos estudantes com relação a este aspecto relacionado ao uso da radiação pela sociedade:

“Ela é benéfica para diagnóstico de doenças e tratamento de câncer. Pode trazer malefícios em caso de dosagem elevada” (E5).

“Eu acho que a radiação pode ser boa e ruim. Boa, pois pode ser usados no tratamento de doenças, na energia nuclear (pois não é poluente), diagnósticos, esterilizações, etc. E ruim, pois nem sempre o ser humano sabe ter consciência para usá-la, portanto, constrói armas nucleares, bombas, entre outros que trazem malefícios para o mundo e para nós mesmos” (E9).

“Acho que a radiação é sim muito útil. Ela pode causar malefícios se for usada em grande excesso, mas ela tem ajudado a sociedade de várias formas. Ela beneficia na qualidade de vida das pessoas” (E16).

Faz-se interessante destacar o exemplo de alunos que evoluíram bastante em seu aprendizado, como é o caso dos alunos identificados como E7 e E8, os quais no questionário inicial não justificaram o seu posicionamento com relação aos benefícios/malefícios trazidos pela radiação e agora argumentaram que: *“A radiação na vida das pessoas é muito usada. Ela pode curar o câncer, como também pode causar o câncer”*.

Muitos alunos conseguiram expressar, após a realização da OT, que o uso da radiação em doses controladas é bom, pois auxilia no diagnóstico e tratamento de doenças. Mas enfatizaram que dosagens muito elevadas podem causar danos à saúde das pessoas. Ou seja, os estudantes entenderam que a relação risco/benefício causada pela radiação está relacionada à dosagem recebida pelo indivíduo. Compreendendo que a diferença entre a radiação fazer bem ou mal para as pessoas está relacionada com a dose ou quantidade de radiação e o tempo ao qual a pessoa ficou exposta à mesma.

Esta constatação por parte dos estudantes é muito importante, visto que a grande dúvida dos estudantes antes de iniciar a OT era sobre como o uso da radiação poderia curar o câncer, se o conhecimento que a maioria deles tinha era de que a radiação causaria o câncer e outras doenças. Dúvida esta que foi sanada após o desenvolvimento do conteúdo e das atividades na Oficina Temática.

Entendimento semelhante foi apresentado pelos estudantes que frequentam a EJA investigados por Nascimento, Almeida e Souza (2019). Quando questionados se qualquer nível de radiação faz mal à saúde, os alunos responderam que não, pois depende do nível/dose

de radiação ao qual a pessoa ficou exposta, o que denota que conseguiram associar a intensidade dos efeitos com o nível de radiação.

No trabalho de Coussirat, Fraga e Salgado (2019), os estudantes colocaram que se o indivíduo ficar muito tempo exposto à radiação pode resultar em sérios problemas de saúde. Da mesma forma que em Broietti, Cela e Souza (2009), onde os discentes argumentaram que na radiação o que mais prejudica é o excesso de radiação, o qual pode afetar o funcionamento normal das células. Com base nos resultados apresentados por estes trabalhos, vemos que os estudantes adquiriram um entendimento de que o que diferencia o fato de a radiação ser benéfica ou causar malefícios às pessoas está relacionado com a dose de radiação à qual a pessoa fica exposta.

No trabalho desenvolvido por Medeiros e Lobato (2010), a metade dos estudantes pesquisados associou o uso da radiação tanto com benefícios quanto com os malefícios, argumentando que a radiação ajuda em termos de saúde ou de comodidades, que vem da tecnologia, mas ela causa danos quando não usada da melhor forma (bomba atômica) ou em excesso (muitas radiografias sem necessidade). Segundo os autores, concepções semelhantes às expressadas por este grupo de alunos é o que se espera ao estudar Radiações no Ensino Médio, pois demonstra uma visão consciente por parte dos estudantes de que a radiação pode estar associada tanto aos benefícios oferecidos pela utilização das Radiações em várias áreas quanto aos malefícios das Radiações ionizantes.

Ao longo do desenvolvimento desta pesquisa buscou-se que as intervenções pedagógicas propostas ocorressem na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) dos estudantes, em relação a conceitos de Química como: radiação, tipos de radiação, espectro eletromagnético, aplicações da radiação na medicina, Raios-X, conceito de Radioatividade, histórico e descoberta da Radioatividade, emissões radioativas, tempo de meia-vida, aplicações da Radioatividade na medicina, em especial na Radioterapia, uso de radioisótopos em medicina nuclear, entre outros. Nosso objetivo foi partir do nível de desenvolvimento real dos estudantes e chegar ao nível de desenvolvimento potencial de aprendizado, incidindo na ZDP dos mesmos, por meio da troca de informações entre os integrantes do projeto (professor-aluno, aluno-aluno), baseadas no diálogo, na participação coletiva, oportunizando aos alunos a exposição de suas ideias e contribuindo, dessa forma, para a aprendizagem coletiva. Procuramos possibilitar a construção de novos conhecimentos sobre Radiações e Radioatividade como um processo cognitivo, a partir das atividades desenvolvidas e dos conceitos trabalhados, na perspectiva sociocultural. (REGO, 1995; SCHROEDER; FERRARI; MAESTRELLI, 2009).

Ao analisarmos as respostas fornecidas pelos estudantes para as questões após a realização da OT, podemos observar que eles, em sua maioria, conseguiram realizar a internalização dos conceitos trabalhados sobre Radiações e Radioatividade, construindo, dessa forma, um conhecimento sólido e consistente com relação aos conteúdos abordados na Oficina Temática. O que nos leva a crer que conseguimos incidir na ZDP dos estudantes, levando-os à elaboração dos conceitos científicos e contribuindo para o desenvolvimento das funções mentais superiores, as quais são de origem sociocultural e emergem, segundo a teoria de Vygotsky, das relações sociais estabelecidas entre o indivíduo e o seu meio social. (GEHLEN; DELIZOICOV, 2013; MOREIRA, 1999; MORTIMER; SCOTT, 2014; REGO, 1995).

No questionário geral final foram propostas ainda duas questões aos estudantes com o intuito de verificar se a metodologia de ensino por meio do desenvolvimento da Oficina Temática, baseada nos três momentos pedagógicos, contribuiu para a construção de conhecimentos sobre Radiações/Radioatividade, bem como se foi capaz de despertar um maior interesse dos alunos pelo estudo da disciplina de Química.

Na primeira questão os discentes foram perguntados se gostaram ou não das atividades realizadas na OT “O uso da radiação na medicina: Radiologia e Radioterapia”, sendo que os 22 estudantes responderam de forma afirmativa a questão. Na mesma pergunta foi solicitado aos alunos que justificassem a sua resposta. A maioria deles argumentou que as atividades desenvolvidas no decorrer da OT ampliaram os seus conhecimentos com relação ao uso da radiação para o diagnóstico e tratamento de doenças, bem como possibilitaram a construção de novos conhecimentos referentes à temática trabalhada, conforme vemos nas respostas dos alunos identificados como E22 e E16, respectivamente: *“Porque antigamente eu não sabia e agora eu sei pra que serve a Radiologia e a Radioterapia”*; *“Porque pude compreender como a radiação funciona e me aprofundei no estudo da Química”*.

Além disso, muitos estudantes argumentaram que as atividades desenvolvidas foram bem instigantes, diferentes da forma tradicional com que os conteúdos normalmente são trabalhados em sala de aula. As respostas transcritas a seguir exemplificam as justificativas dadas por estes estudantes:

“O estudo ampliou nossos conhecimentos sobre tais assuntos de uma forma não cansativa, mas dinâmica” (E5).

“Aprendi coisas que eu não sabia e, além disso, as aulas foram legais, foram diferentes das outras” (E6).

“Pois foi muito importante na nossa aprendizagem, esclarecendo dúvidas, com atividades diferentes e importantes para nossa vida” (E12).

A segunda pergunta estava relacionada com a metodologia de ensino adotada para trabalhar o conteúdo sobre Radiações e Radioatividade. Desta vez os estudantes foram questionados se a forma como o conteúdo foi abordado na Oficina Temática, relacionando-o com situações da vivência cotidiana, contribuiu para a construção do conhecimento sobre Radiações/Radioatividade, bem como se foi capaz de despertar um maior interesse pelo estudo da disciplina de Química. Foram fornecidas as opções de respostas “sim” e “não” e solicitado aos alunos que explicassem o porquê da sua escolha.

Dos 22 estudantes pesquisados, 21 marcaram a opção “sim”, justificando em seguida a escolha feita, e apenas um estudante marcou a opção “não”, porém não justificou a sua escolha. Os estudantes justificaram sua resposta dizendo que, da maneira como foi trabalhado, ficou mais fácil de aprender os conceitos da Química do que antes, isto é, na forma tradicional. Muitos argumentaram que associar os conteúdos com situações vivenciadas no cotidiano torna o estudo mais interessante e contribui para a construção do conhecimento químico. Vejamos algumas justificativas elencadas pelos estudantes:

“Através da maneira como o conteúdo foi tratado me chamou a atenção e foi mais fácil entender tudo” (E21)

“Pois o método que a professora usou, dando exemplos do nosso dia a dia, faz com que entendamos melhor” (E9).

“A Química é importante e a maneira de aprender está muito melhor do que antes” (E10).

“A parte da Radioatividade me atraiu para o mundo da Química e muitas ideias que eu tinha sobre, mudaram” (E16).

Conforme se pode observar pelas respostas fornecidas pelos alunos, a estratégia de ensino por meio de oficinas temáticas, relacionando o conteúdo trabalhado com situações do cotidiano dos estudantes, torna o aprendizado mais fácil e desperta o interesse dos mesmos pela Química. Mesmo antes do desenvolvimento da OT, ao responderem questão semelhante no Questionário Inicial para a Coleta de Dados, a maioria dos estudantes já havia argumentado de forma positiva com relação à contribuição da metodologia de ensino baseada em temáticas para a construção dos conhecimentos relacionados aos conteúdos de Química.

Segundo Marcondes (2008), na proposição metodológica das oficinas temáticas o cotidiano é problematizado e revisitado nas atividades propostas, isto é, estudado à luz do conhecimento científico e de outros relativos a aspectos sociais, históricos, éticos que possam

auxiliar na compreensão da situação problema em foco. Segundo a autora, as oficinas temáticas, baseadas na contextualização social dos conhecimentos químicos permitem a criação de um ambiente propício para interações dialógicas entre os atores em sala de aula, além de contribuírem para o desenvolvimento de competências nos estudantes, tais como a argumentação, o enfrentamento de situações, o controle de variáveis, de trabalho em grupo e outras competências importantes para a vida adulta, tanto no mundo do trabalho quanto na sociedade. “[...] As oficinas podem contribuir para a construção de uma visão mais global do mundo e criar condições para que as aprendizagens se tornem úteis no dia a dia, não numa perspectiva meramente instrumental, mas sim numa perspectiva de ação”. (MARCONDES, 2008, p. 74).

Ideia semelhante é compartilhada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018), os quais defendem que a perspectiva curricular de ensino baseada na abordagem temática apresenta-se como uma possibilidade de promover a contextualização no ensino de Ciências, através da problematização de temas que emergem da vivência dos estudantes. Gehlen e Delizoicov (2013) apontam que há um movimento no ensino de Ciências que busca uma reconfiguração curricular baseada em temas que apresentem problemas sociais de dimensão científica e tecnológica, bem como situações que envolvam questões sociais vivenciadas pela comunidade escolar e pela sociedade em geral. Segundo os referidos autores, as pesquisas em Ciências que se referenciam em Vygotsky, como é o caso da nossa proposta, buscam de alguma forma valorizar aspectos que podem fazer parte da realidade dos estudantes.

Nesse sentido, a proposta do desenvolvimento da Oficina Temática sobre o uso da radiação na medicina, em especial nos Raios-X e na Radioterapia, partiu de um assunto voltado ao cotidiano dos estudantes e que emergiu do seu próprio interesse. E, conforme o observado, essa metodologia de ensino contribuiu para a construção do conhecimento por parte dos discentes, bem como possibilitou um maior interesse pelo estudo dos conceitos próprios da Química e até mesmo modificou a visão que muitos alunos tinham sobre a Química, passando a considerar essa disciplina mais importante.

8.6 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NA OFICINA TEMÁTICA

A Oficina Temática “O uso da radiação na medicina: Raios-X e Radioterapia” foi estruturada com base nos Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018). A Problematização Inicial (1º MP) constou de um questionamento

prévio aos estudantes sobre os conhecimentos que estes já possuíam a respeito do uso da radiação para diagnóstico e tratamento de doenças e foi trabalhada também uma Simulação do Laboratório Virtual da USP que tratava sobre Raios-X.

A organização do conhecimento (2º MP) foi dividida em duas partes, para facilitar o trabalho e para melhor compreensão dos conceitos químicos pelos estudantes.

A primeira parte enfocou o trabalho dos conhecimentos relacionados à radiação do tipo Raios-X. Sendo que foram utilizados em torno de seis períodos de aula, onde foram desenvolvidas atividades como: uso de analogias que mostram como a radiação do tipo Raios-X permite visualizar a estrutura óssea da mão, adaptadas do Programa PIBID (COUSSIRAT; SALGADO, 2018); observação de radiografias que os estudantes trouxeram para a aula; realização de palestra com Técnica em Radiologia; e aprofundamento dos conhecimentos teóricos sobre Radiações, em especial os Raios-X. Algumas das atividades desenvolvidas com os estudantes nesta parte da OT são ilustradas pela figura 15.

Figura 15 - a) Analogia de uma “Radiografia” da mão. b) Palestra com a Técnica em Radiologia.



(a)

(b)

Fonte: A autora

Na segunda parte do 2º MP, o objeto de estudo foi a Radioatividade e como as Radiações alfa, beta e gama podem ser utilizadas no tratamento do câncer através da Radioterapia. Foram utilizados também em torno de seis períodos de aula para a realização das atividades, as quais em linhas gerais foram as seguintes: trabalho com vídeo explicativo

sobre Radioatividade e os tipos de Radiações nucleares; utilização de uma Simulação do Laboratório Virtual da USP sobre Radioatividade; jogo com miçangas para trabalhar o conceito de tempo de meia vida, adaptado do Programa PIBID (COUSSIRAT; SALGADO, 2018); trabalho em grupos com leitura de reportagens sobre a utilização da radiação para o tratamento do câncer através da Radioterapia, destacando os tipos de Radioterapia (Braquiterapia e Teleterapia) e diferenciando o tratamento do câncer com Radioterapia do tratamento com Quimioterapia. Posteriormente os grupos fizeram a apresentação dos temas estudados em forma de Seminários.

As figuras 16 e 17 apresentam algumas das atividades realizadas com os alunos ao abordar os conceitos relacionados à Radioatividade.

Figura 16 - a) Simulações sobre Raios-X e Radioatividade. b) Jogo das miçangas.

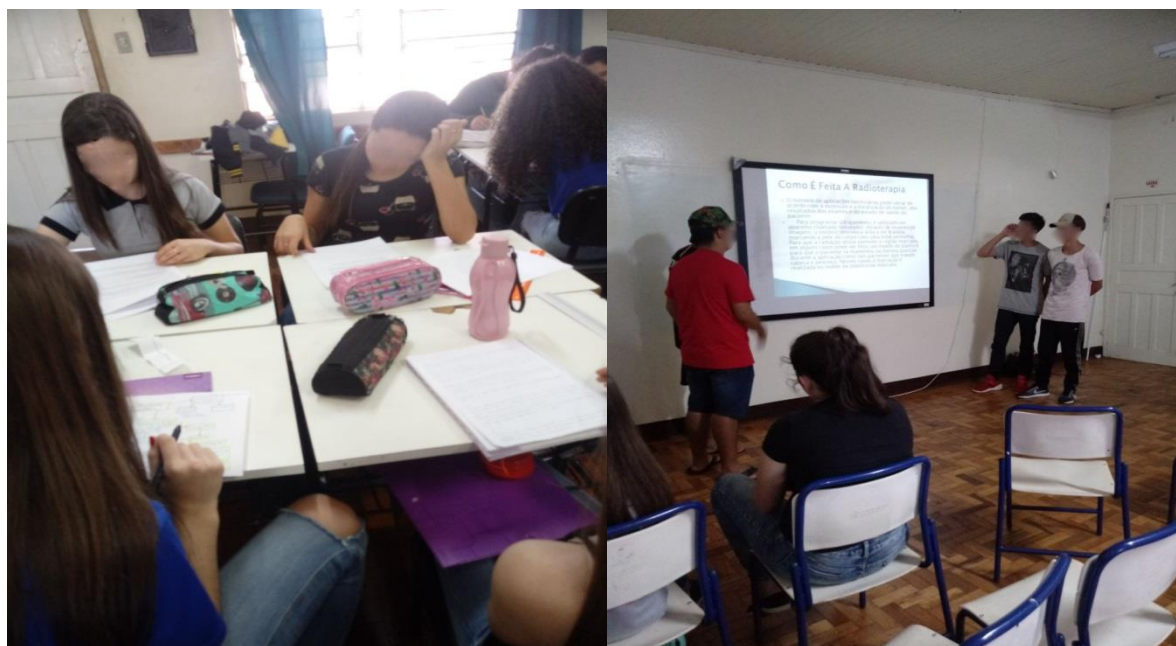


(a)

(b)

Fonte: A Autora

Figura 17 - a) Leitura de reportagens sobre Radioterapia. b) Apresentação de seminários sobre Radioterapia.



(a)

(b)

Fonte: A autora

O terceiro Momento Pedagógico (3º MP) da OT, o qual se caracteriza pela aplicação do conhecimento, ou seja, abordar de forma sistemática o conhecimento que vem sendo construído pelo aluno foi estruturado da seguinte forma: os estudantes organizados em grupos deveriam escolher um subtema dentro da temática geral “Radiações e Radioatividade”. Sobre o assunto escolhido, cada grupo organizou e ministrou uma pequena oficina ou minicurso para os estudantes de outras turmas da escola, as quais foram realizadas no contra turno de aula. Os estudantes também apresentaram os minicursos na Feira de Ciências realizada pela escola. Os temas escolhidos foram os seguintes: Energia Nuclear, Bombas Atômicas, Radioterapia e Radiação Infravermelha. Os minicursos elaborados pelos estudantes serão apresentados com maiores detalhes na próxima seção deste capítulo.

Com relação à escolha das atividades a serem desenvolvidas, cabe destacar que algumas delas foram sugeridas pela orientadora deste trabalho, tais como a analogia que mostra como a radiação do tipo Raios-X permite visualizar a estrutura óssea da mão com o auxílio da luz visível e o jogo de miçangas, atividades essas adaptadas do Programa PIBID (COUSSIRAT; SALGADO, 2018), as quais já eram do conhecimento da orientadora, visto que já haviam sido aplicadas em outros trabalhos que contaram com a orientação da mesma. Outras atividades que fizeram parte da OT foram definidas e garimpadas pela própria pesquisadora, tais como as simulações do Labvirt da USP, os vídeos do CCEAD da PUC/Rio

de Janeiro e a palestra com a técnica em radiologia. Já, os minicursos que fizeram parte do 3º MP, foram elaborados pelos próprios estudantes sujeitos da pesquisa e ministrados por eles para alunos de outras turmas da escola no contraturno das aulas e também na Feira de Ciências. Sendo que esses minicursos caracterizaram a sistematização do conhecimento e também serviram como uma avaliação final da proposta aplicada.

Estas atividades foram escolhidas pelo fato de possibilitarem aos discentes desenvolver uma noção mais prática a respeito dos conceitos trabalhados na teoria, de uma forma que fosse acessível ao entendimento dos alunos, despertando o seu interesse e possibilitando a construção dos conhecimentos acerca do conteúdo que estava sendo trabalhado. Visto que ao se abordar o conteúdo sobre Radiações, em especial a Radioatividade, torna-se inviável a manipulação ou realização de experimentos com a utilização de qualquer material radioativo, seja em sala de aula ou no próprio laboratório de Ciências da escola, pois o mesmo não dispõe dos referidos materiais e nem das condições requeridas para tais práticas, como se tem em um laboratório de Radioquímica em uma universidade, por exemplo. Da mesma forma, para se trabalhar um assunto como os Raios-X é necessário o uso de analogias, pois não é possível levar um equipamento de Raios-X para a escola.

Nesse sentido, o uso de simulações, analogias, jogos pedagógicos, palestras, vídeos e seminários foram as ferramentas encontradas para possibilitar aos estudantes entender os conceitos trabalhados de forma mais interessante na prática e não só com a abordagem meramente teórica. Outro aspecto levado em conta na hora de escolher as atividades foi a busca e a seleção de materiais provenientes de fontes confiáveis, os quais não possuíssem erros conceituais e apresentassem uma linguagem acessível aos alunos do nível médio.

Cabe ressaltar que, mesmo apresentando certo caráter interdisciplinar, visto que a própria temática das Radiações/Radioatividade apresenta-se como um assunto que evoca conceitos de várias disciplinas para a sua abordagem, tais como Química, Física, Biologia, História, Geografia, entre outras, na realização da referida Oficina Temática não houve o envolvimento de professores de outras disciplinas durante a realização das aulas. O único momento no qual professores de outras disciplinas participaram das atividades realizadas foi na oportunidade em que os estudantes sujeitos da pesquisa ministraram os minicursos para os alunos de outras turmas da escola no contraturno das aulas e esses estudantes, por sua vez, estavam acompanhados de seus professores com os quais estavam tendo aulas naquele momento.

O encadeamento conceitual no desenvolvimento das atividades que fizeram parte da OT foi pensado no sentido de fugir da “ordem usual” com que normalmente os conceitos são abordados na metodologia tradicional, onde primeiro são apresentados os conceitos/conteúdos de forma teórica e, depois, por último, mais como um simples exemplo ou demonstração, se fala superficialmente da aplicação deste conteúdo na vida das pessoas ou na sociedade. Em nossa proposta, primeiramente foram apresentadas as aplicações práticas da radiação na medicina, como o uso dos Raios-X para o diagnóstico de doenças e da Radioterapia para o tratamento do câncer e, somente depois, num segundo momento, foram trabalhados propriamente os conteúdos conceituais relativos à temática. Sendo que dessa forma o trabalho torna-se coerente com a dinâmica dos três momentos pedagógicos, onde o 1º MP caracteriza-se pela problematização inicial, onde são apresentados a temática/problema e, no 2º MP, que é a organização do conhecimento, é que se desenvolve a parte conceitual acerca do referido conteúdo.

No início da aplicação da OT foi possível observar um certo receio por parte dos estudantes com relação à metodologia de ensino que estava sendo empregada, visto que esta era diferente da forma com que estavam acostumados a trabalhar os conteúdos de Química. No entanto, no decorrer das aulas pôde-se perceber um aumento no interesse dos alunos, bem como um envolvimento cada vez maior nas atividades que iam sendo realizadas.

A análise das produções dos estudantes mostrou que grande parte deles atingiu os objetivos esperados pela proposta da OT, visto que possibilitou aos mesmos ampliarem os seus conhecimentos com relação ao uso da radiação do tipo Raios-X para o diagnóstico de doenças, conforme mostram as figuras 18, 19 e 20.

Figura 18 - Resolução das questões sobre o uso dos Raios-X para o diagnóstico de doenças.

8. Explique, brevemente, porque os “Raios-X” podem ser utilizados para a realização de exames para o diagnóstico de doenças:

PARA DESCOBRIR ONDE ESTÃO AS FRATURAS NOS OSSOS, POR QUE OS OSSOS CONTÊM CÁLCIO SÃO MAIS DENSOS E ABSORVEM MAIS A RADIAÇÃO

Fonte: Questionário Final respondido por um estudante

Figura 19 - Trecho do texto de sistematização dos conceitos sobre a radiação do tipo Raios-X.

Raios-x são um tipo de radiação, semelhantes à luz visível, porém, com maior energia. São ondas eletromagnéticas. São emitidas pelo movimento eletrônico dos átomos e não ^{pelos} núcleos. Têm portanto, origem extra-nuclear. Podemos explicar o Raio-x usando o Modelo atômico de Bohr. Ocorrem "saltos" dos elétrons de uma camada para a outra, o espaço que fica no nível precisa ser ocupado e quando isso ocorre é liberada uma onda, o raio-x. OK!

Fonte: Material produzido por um estudante

Figura 20 - Trecho do relatório sobre a Palestra proferida pela Técnica em Radiologia.

Relatório referente à palestra do dia 09-09-19

No dia 09 de setembro veio até a Escola Feliciano Jorge Alberto uma técnica em Radiologia que teve como objetivo tirar dúvidas e explicar melhor como funciona o Raio-x.

Começou falando sobre a máquina, onde ocorrem os processos de revelação, fixação, lavagem e secagem da imagem que recebemos no fim do exame.

Essos etapas que foram citadas acima, ocorrem na máquina convencional, ele também explicou que já há máquinas digitais onde as imagens são ministradas em um computador, onde o técnico pode ajustá-la corretamente.

No interior da máquina está contida uma ampola, essa é aquecida com a radiação e assim solta um raio de calor (radiação) para visualizarmos a imagem com mais exatidão.

Fonte: Material produzido por um estudante

Os trabalhos produzidos pelos alunos também indicam que houve a construção de novos conhecimentos referentes aos conceitos relacionados à Radioatividade, em especial à

utilização da Radioterapia no tratamento do câncer. Amostras desses trabalhos são apresentadas nas figuras 21 e 22.

Figura 21 - Resolução das questões sobre o uso da Radioterapia para o tratamento do câncer.

9. Em que consiste o tratamento com o uso da Radioterapia para doenças como o câncer, por exemplo?

Isso consiste em um método de tratamento de câncer que usa a radiação ^{ionizante} para destruir células cancerígenas. Pode ser realizada através da Braquiterapia (fontes radioativas no interior do paciente) ou Teleterapia (onde a radiação é feita através de uma determinada distância).

10. Após o desenvolvimento de nossa "Oficina Temática", qual o seu posicionamento acerca da

Fonte: Questionário final respondido por um estudante

Figura 22 - Trecho da pesquisa sobre a biografia de Marie Curie e suas descobertas sobre a Radioatividade.

MARIE CURIE

BIOGRAFIA DE MARIE CURIE
CIENTISTA POLONESA

Ela descobriu e isolou os elementos químicos, Polônio e Rádio, junto com Pierre Curie. Foi a primeira mulher a ganhar o prêmio Nobel de Física (1911) e a primeira mulher a lecionar em Sorbonne (Universidade francesa)

INFÂNCIA E JUVENTUDE

Nome: Skłodowska, conhecida como Marie Curie, nasceu em Varsóvia na Polônia, no dia 7 de novembro de 1867. Filha de um professor de Física e Matemática, e de uma pianista, com dez anos perdeu sua mãe.

Nessa época a Polônia era parte da Rússia czarista. O governo de Petrogrado impunha restrições aos poloneses, em razão de suas tentativas de revolta.

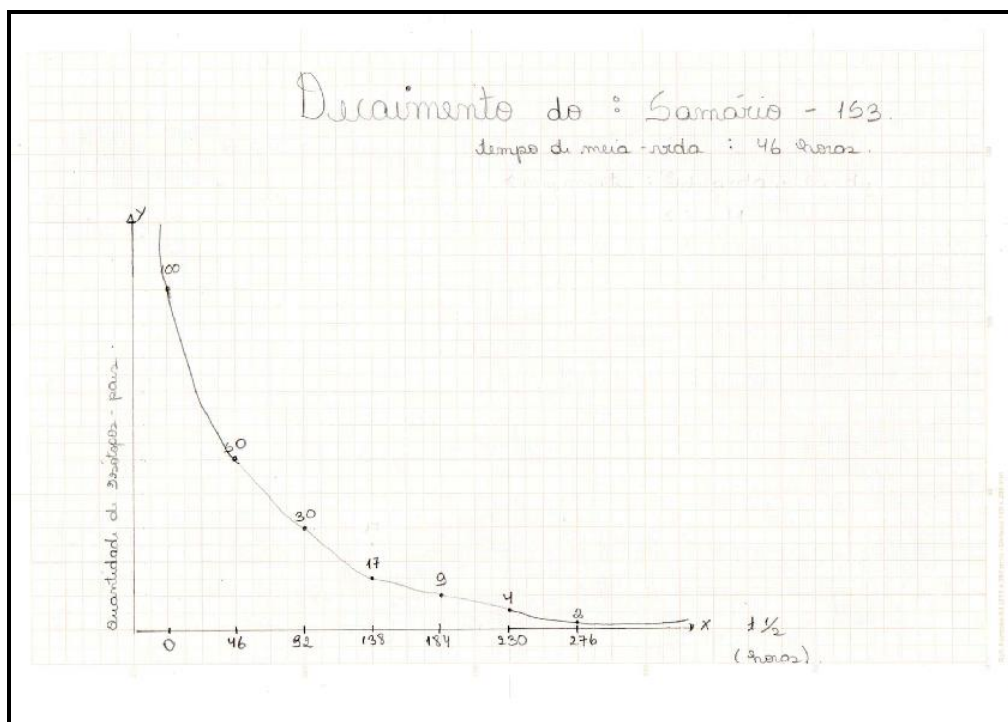
Seu pai acabou perdendo o emprego, por falar abertamente a favor da Independência da Polônia, e para sustentar os quatro filhos, abriu uma escola.

Fonte: Material produzido por um estudante

Também foi trabalhado com os estudantes sobre o conceito de tempo de meia-vida dos elementos radioativos. Os alunos construíram gráficos sobre o decaimento radioativo de

alguns radioisótopos de importância utilizados na realização da Radioterapia, conforme pode ser visto na figura 23.

Figura 23 - Gráfico do decaimento radioativo do Samário-153 – Radioisótopo utilizado na Radioterapia.



Fonte: Material produzido por um estudante

A forma como o conteúdo sobre Radiações e Radioatividade foi abordado na OT na perspectiva de um ensino contextualizado, tendo como base situações da vivência dos estudantes, se mostrou um motivador para a construção do conhecimento por parte dos estudantes. As atividades desenvolvidas prenderam a atenção dos discentes e facilitaram a articulação de raciocínio através da relação que se procurou estabelecer entre os conceitos abordados e outros já conhecidos ou já observados pelos alunos no seu cotidiano. Muitos dos alunos participantes mostraram satisfação por compreender conceitos relacionados à sua vida, como é o caso do entendimento de como é realizado um exame de Raios-X, por exemplo. Ou de como a radiação pode auxiliar no tratamento do câncer através da Radioterapia.

Pode-se observar que os alunos se envolveram na realização das atividades e demonstraram maior interesse pelas aulas de Química. Não ocorreram episódios de conversas paralelas ou mesmo casos de indisciplina por parte dos estudantes, como às vezes ocorriam nas aulas “tradicionais”. A imagem que os alunos tinham da Química também sofreu influências com a percepção de que a ciência e a tecnologia fazem parte da vida diária e a

compreensão de que aspectos a elas relacionados favorecem possíveis julgamentos e tomadas de decisões frente a situações problemáticas.

Alguns desafios tiveram que ser superados ao longo do percurso de elaboração e aplicação da OT. Como na realização de qualquer atividade ou projeto, em especial na atividade docente, algumas dificuldades foram encontradas como, por exemplo, garimpar materiais produzidos por fontes confiáveis, bem elaborados e sem erros conceituais, visto que há pouco material de boa qualidade que aborde sobre a temática Radioatividade publicado em língua portuguesa, sendo que a maioria se encontra escrito em língua inglesa. Outro desafio a ser vencido relaciona-se com a falta de tempo para a realização de leituras, estudos e elaboração das atividades, condição essa relacionada com a elevada carga horária que o professor da escola pública estadual tem que cumprir atualmente. E, também, o reduzido número de períodos semanais destinado para a disciplina de Química (somente duas horas/aula por semana), o que obriga o professor a condensar ao máximo o conteúdo a ser trabalhado, tendo que escolher com toda a cautela os conceitos a serem abordados e as atividades a serem desenvolvidas que possibilitarão aos estudantes a construção dos conhecimentos desejados de forma a otimizar o tempo e os materiais.

Nenhuma das dificuldades encontradas constituiu-se como entrave para a realização da proposta. Na percepção da pesquisadora, considerando o ponto de vista de quem desenvolveu e aplicou a Oficina Temática, o trabalho mostrou-se desafiador, instigante, como algo que veio para desacomodar e superar obstáculos. Os objetivos da proposta foram em sua maioria alcançados e se obteve o êxito esperado, visto que contribuiu para a construção do conhecimento por parte dos estudantes acerca do conteúdo sobre Radiações/Radioatividade, além de despertar nos mesmos um maior interesse pelo estudo da Química. As manifestações dos alunos sobre o trabalho na OT e sua participação na mesma representam um convite à continuidade dessa abordagem metodológica e incentivam sua divulgação na área do ensino de Química e de Ciências.

8.7 MINICURSOS MINISTRADOS PELOS ESTUDANTES SUJEITOS DA PESQUISA PARA ALUNOS DE OUTRAS TURMAS DA ESCOLA

Na dinâmica dos três momentos pedagógicos, o 3º MP se caracteriza pela aplicação do conhecimento, ou seja, destina-se a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para que possa analisar e interpretar a situação inicial e ainda aplicá-lo em outras situações que podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento. Além disso,

o 3º MP também teve como intuito servir como uma avaliação final da proposta desenvolvida na OT.

Para este momento de sistematização dos conhecimentos construídos foi organizada uma atividade que consistiu na elaboração por parte dos estudantes sujeitos da pesquisa de pequenas oficinas ou minicursos relacionados ao conteúdo sobre Radiações e Radioatividade que havia sido abordado nas aulas. Posteriormente, esses minicursos seriam apresentados para estudantes de outras turmas da escola no horário do contraturno das aulas, visto que para completar a carga horária semanal a turma de alunos participantes da pesquisa tinha aulas no turno da tarde uma vez na semana. Cabe destacar que a escolha por esta atividade aconteceu de forma conjunta entre a pesquisadora e os estudantes sujeitos da pesquisa.

Dentro do contexto da atividade proposta, os estudantes, organizados em grupos, deveriam escolher um subtema dentro da temática geral “Radiações e Radioatividade” e sobre o assunto escolhido cada grupo organizou e ministrou uma pequena oficina ou minicurso para os estudantes de outras turmas da escola, por eles escolhida. Os estudantes também apresentaram os minicursos na Feira de Ciências da escola realizada no mês de novembro de 2019.

Todos os grupos utilizaram a ferramenta Power Point para apresentar os seus minicursos, trabalharam com vídeos encontrados no *YouTube* e entregaram material impresso, contendo um resumo com as principais informações acerca do assunto pesquisado, para os alunos das turmas para as quais foi realizada a referida apresentação. Os temas escolhidos foram os seguintes: Energia Nuclear, Bombas Atômicas, Radioterapia e Radiação Infravermelha.

Os estudantes que integraram o Grupo 1 escolheram o tema “Energia Nuclear”. Os principais pontos abordados por este grupo com relação à energia nuclear foram os seguintes:

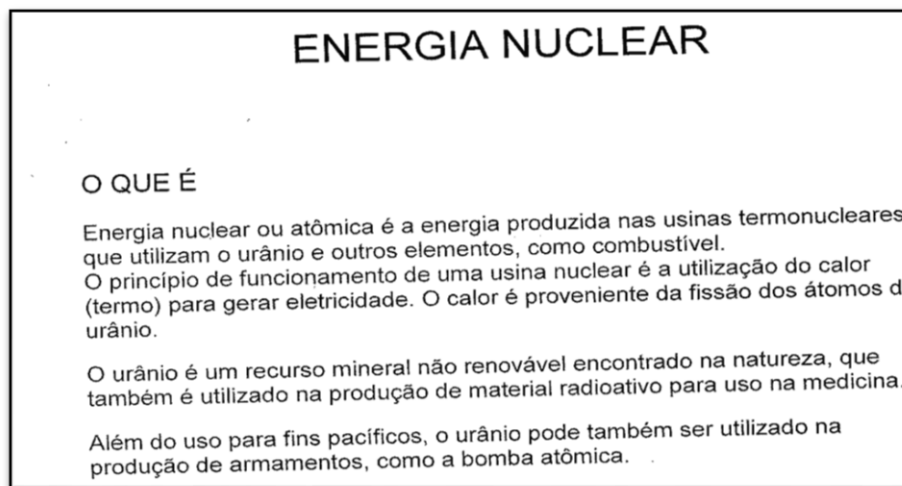
- O que é energia nuclear;
- Estrutura e funcionamento de uma usina nuclear;
- Principais países que utilizam a energia nuclear;
- As usinas nucleares brasileiras de Angra dos Reis;
- Principais acidentes em usinas nucleares que ocorreram no mundo;

O grupo elaborou *slides* para trabalhar o conteúdo, apresentaram um vídeo intitulado “*Energia Nuclear em 2 minutos*”, onde foi mostrado como ocorre o processo de geração de energia elétrica em uma usina nuclear, além de entregarem um texto impresso para os alunos

da turma participante, contendo um resumo com as principais informações trabalhadas sobre a energia nuclear.

A figura 24 apresenta um trecho do texto contido no material produzido pelo grupo que foi entregue para os alunos da turma participante do minicurso.

Figura 24 - Trecho do material sobre Energia Nuclear entregue aos participantes do minicurso.



Fonte: Material produzido pelos estudantes do grupo 1

Este grupo realizou uma ótima apresentação, com conceitos corretos, bem desenvolvidos, apresentaram desenvoltura e ótima oralidade, domínio do conteúdo e todos os integrantes participaram da apresentação do seminário. O minicurso foi apresentado para a turma de estudantes do sétimo ano (Turma 71) do Ensino Fundamental do turno vespertino. Pelo fato destes estudantes estarem acompanhados da professora da disciplina de História, houve uma contribuição desta professora no debate, colocando informações relevantes sobre os aspectos históricos do uso da energia nuclear. Sendo que esta discussão apresentou um caráter interdisciplinar, pois envolveu conceitos de Química, História e Geografia para explicar aspectos relacionados com o tema energia nuclear.

Houve uma boa recepção ao minicurso por parte dos alunos do sétimo ano, sendo que estes se mostraram interessados e curiosos, interpelando os integrantes do grupo com muitas perguntas e também contribuições pertinentes. Foi um momento que contribuiu muito para a aprendizagem tanto dos estudantes sujeitos da pesquisa quanto dos alunos participantes do sétimo ano. Imagens do grupo que apresentou o minicurso e dos alunos do sétimo ano podem ser vistas na figura 25.

Figura 25 - a) Apresentação do minicurso sobre Energia Nuclear. b) Alunos do sétimo ano que participaram do minicurso.



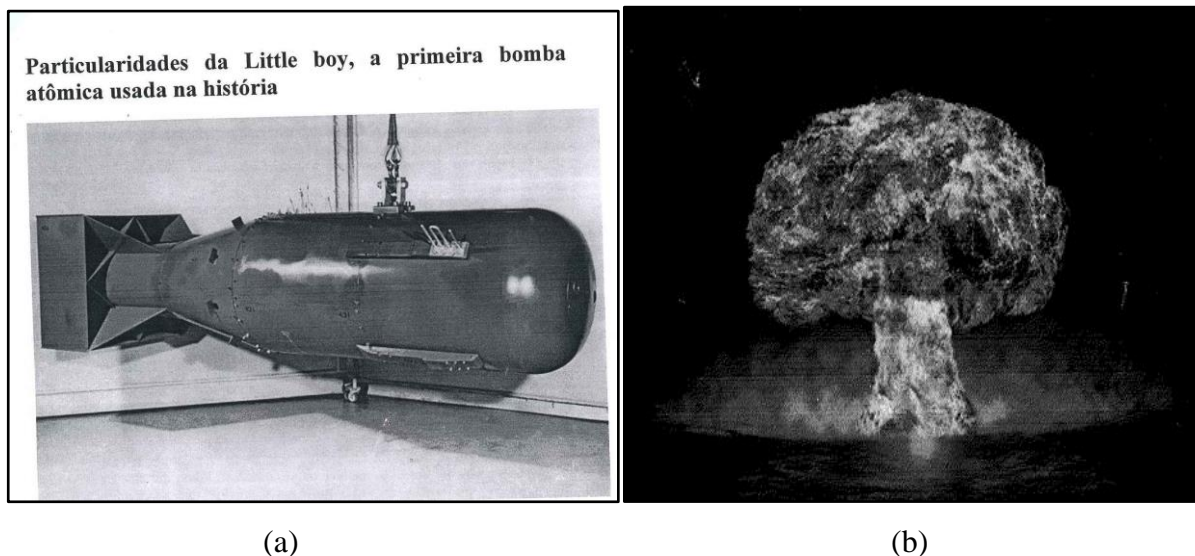
(a)

(b)

Fonte: A autora

O Grupo 2 elaborou um minicurso sobre o tema “Bombas Atômicas”. Os componentes deste grupo montaram um texto contemplando alguns aspectos relevantes, tais como: breve histórico da produção das bombas atômicas (Projeto Manhattan), o poder de destruição das bombas atômicas e as características das bombas atômicas lançadas sobre o Japão durante a Segunda Guerra Mundial (Little Boy e Fat Man). Posteriormente, os alunos passaram um vídeo explicativo sobre o alcance de destruição das bombas atômicas. Este grupo optou por não produzir slides, mas sim entregaram um material para os estudantes da turma participante contendo informações sobre as bombas atômicas, bem como imagens da bomba atômica Little Boy e do cogumelo gerado na explosão da bomba atômica, conforme mostra a figura 26 a seguir.

Figura 26 - a) Imagem da bomba atômica “Little Boy”. b) Imagem do cogumelo formado pela explosão da bomba atômica, ambas constantes no material entregue aos participantes do minicurso.



Fonte: Material produzido pelos estudantes do grupo 2

Este grupo apresentou o minicurso para a turma de alunos do sexto ano (Turma 61) do Ensino Fundamental, também do turno da tarde, conforme vemos na figura 27. Foi possível observar que os integrantes do grupo demonstraram bastante esforço e dedicação na elaboração do trabalho, explicando o conteúdo com clareza e domínio dos conceitos abordados.

Este minicurso despertou muito o interesse e prendeu a atenção dos alunos do sexto ano, visto ser uma turma bastante numerosa e agitada com alunos que se encontram na pré-adolescência e recém estão ingressando nas séries finais do ensino fundamental. Os estudantes do sexto ano ouviram atentamente todas as explicações dadas e, logo após, interagiram com muitas perguntas e colocações com relação ao assunto, o que se configurou num momento muito rico de interlocução de saberes entre estudantes de níveis de ensino distintos (sexto ano do ensino fundamental e segundo ano do ensino médio).

Figura 27 - a) Apresentação do minicurso sobre Bombas Atômicas. b) Alunos do sexto ano que participaram do minicurso.



(a)

(b)

Fonte: A autora

O Grupo 3 escolheu a “Radioterapia” como assunto para o seu minicurso. Os componentes deste grupo também organizaram sua apresentação na forma de *slides* e optaram por não entregar nenhum material por escrito para os participantes. Este grupo apresentou o minicurso para a turma do oitavo ano (Turma 82) do Ensino Fundamental.

Os principais pontos apresentados sobre o tema foram:

- O que é Radioterapia;
- Tipos de Radioterapia: Braquiterapia e Teleterapia;
- Como é feita a Radioterapia;
- Doses de radiação usadas na Radioterapia;
- Efeitos colaterais da Radioterapia.

O grupo também apresentou um vídeo de uma entrevista sobre o tema “Radioterapia” exibida no Programa *Grand Round* – Interativo 2015, coordenado pelo Dr. Prof. James Fleck do Hospital de Clínicas de Porto Alegre/RS. Na entrevista o Dr. James conversa com as médicas Dr^a. Marta Nassif Pereira Lima e Dr^a. Daniela Vargas Barletta, ambas também médicas do Hospital de Clínicas de Porto Alegre/RS, as quais relatam como ocorre o

tratamento do câncer por meio da Radioterapia. O vídeo trouxe informações bastante relevantes e explicadas numa linguagem de fácil entendimento para os estudantes.

Foi possível observar que este grupo apresentou um pouco mais de dificuldade na elaboração e na apresentação de seu minicurso, visto que os seus componentes demonstraram certa insegurança com relação aos conceitos abordados e bastante inibição na hora de apresentar o minicurso. A turma do oitavo ano para a qual foi ministrado o minicurso também se mostrou apática e praticamente não realizou perguntas, havendo, portanto, pouca interação.

Mesmo assim, pode-se avaliar como positivo o trabalho desenvolvido por este terceiro grupo de alunos e considerar que avançaram na construção de sua aprendizagem, visto que no decorrer das aulas este grupo interagiu pouco e demandava mais tempo e esforço para a compreensão dos conceitos trabalhados. Nesse sentido, o fato de terem elaborado e apresentado o seu minicurso e escolhido um dos temas que mais foi debatido nas aulas, a Radioterapia, pode ser considerado como um avanço.

Figura 28 - Apresentação do minicurso sobre Radioterapia.



Fonte: A autora

O quarto e último grupo escolheu como tema para seu minicurso a “Radiação Infravermelha”. Este grupo apresentou o minicurso para a turma do sétimo ano (Turma 72) do Ensino Fundamental do turno da tarde. Os componentes deste grupo organizaram *slides* para sua apresentação e assim como o Grupo 3 não entregaram material por escrito para a turma participante. Os principais pontos apresentados pelo grupo foram os seguintes:

- O que é Radiação Infravermelha - IV;
- Localização da radiação IV no Espectro Eletromagnético;
- Principais aplicações da radiação IV na sociedade.

O grupo também apresentou um vídeo intitulado “*O que é e como funciona a radiação infravermelha?*”, o qual acrescentou informações bastante pertinentes à apresentação. O ponto alto do minicurso se deu quando duas alunas componentes do grupo mostraram de forma prática para os alunos da turma 72 a emissão de radiação IV pelo aparelho de controle remoto com o auxílio da câmera do telefone celular, visto que a radiação IV não pode ser vista a olho nu. Os alunos da turma 72 mostraram-se bastante surpresos e interessados pela “descoberta”.

O envolvimento e o esforço deste grupo também foram bastante surpreendentes, visto que os estudantes se empenharam e realizaram um trabalho muito bom. Demonstraram domínio dos conceitos abordados, boa oralidade e desenvoltura na hora da apresentação e buscaram uma aplicação prática da presença da radiação IV no cotidiano para mostrar aos alunos da turma participante do sétimo ano.

Figura 29 - a) Apresentação do minicurso sobre radiação IV. b) Emissão de radiação IV do controle remoto vista por meio da câmera do celular.



(a)

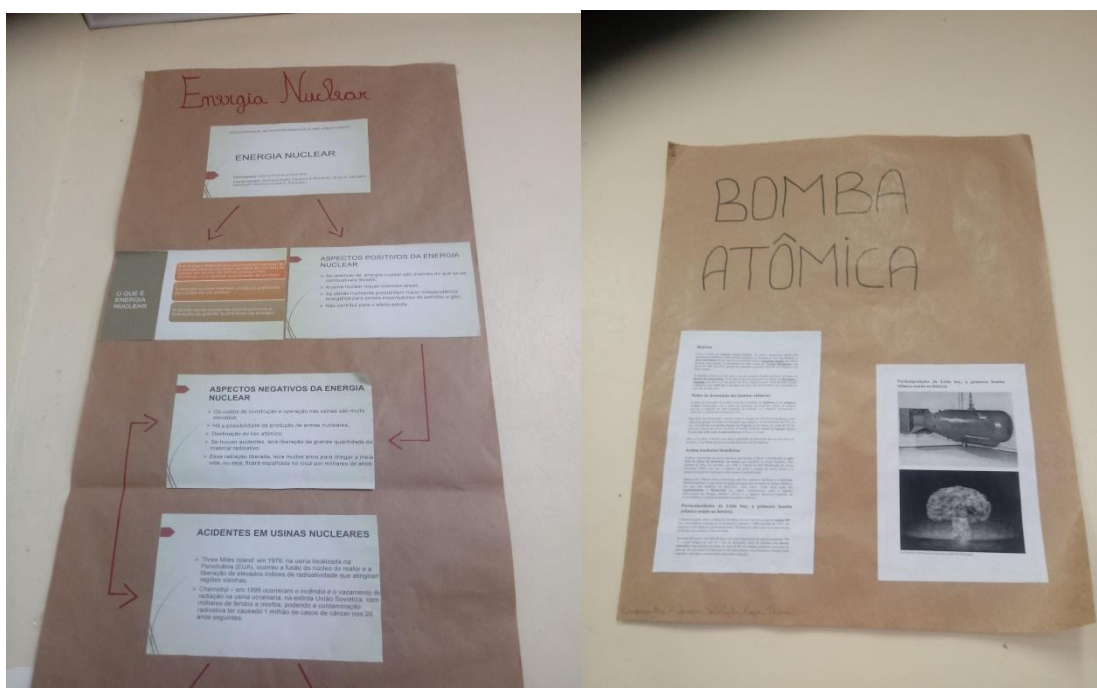
(b)

Fonte: A autora

O experimento realizado pelo Grupo 4 que demonstra a emissão de radiação IV pelo controle remoto por meio da utilização da câmera do telefone celular também foi proposto no trabalho de Barbosa e Moreira (2017), no qual os autores apresentam alguns experimentos que podem ser realizados pelos professores do ensino médio ao abordar o conteúdo sobre as Radiações infravermelha e ultravioleta e suas aplicações no cotidiano das pessoas. No experimento intitulado “Vendo o invisível gerado em um controle remoto”, quando um controle remoto é acionado, apertando-se um de seus botões, apontando para a *webcam* modificada, a informação é processada e vista na tela de um computador, sendo que a radiação emitida pelo controle remoto não é vista a olho nu. “[...] O experimento ajuda a demonstrar que, apesar da radiação infravermelha não ser muito conhecida fora dos meios técnicos, ela é bastante utilizada em nosso cotidiano em aparelhos como o controle remoto, por exemplo”. (BARBOSA; MOREIRA, 2017, p. 06).

Os estudantes também apresentaram os minicursos na Feira de Ciências da escola realizada no mês de novembro de 2019. As figuras 30 e 31 ilustram a apresentação dos minicursos pelos alunos na referida feira.

Figura 30 - a) Cartaz com informações sobre Energia Nuclear apresentado na Feira de Ciências pelo grupo 1. b) Cartaz elaborado pelo grupo 2 sobre o tema Bombas Atômicas.

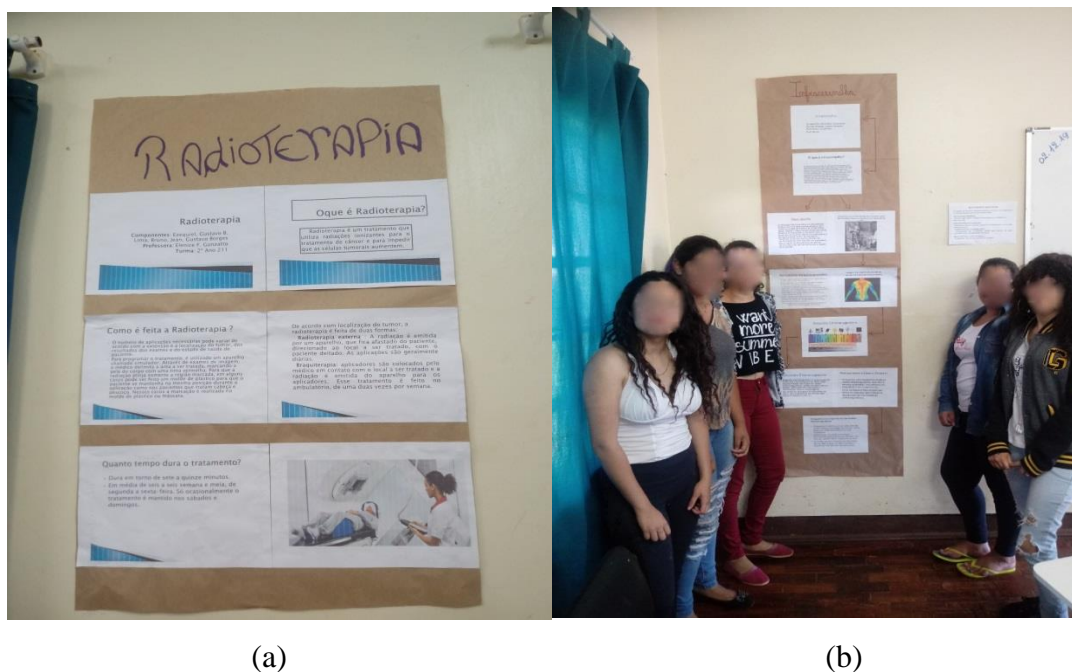


(a)

(b)

Fonte: A autora

Figura 31 - a) Cartaz com informações sobre Radioterapia apresentado na Feira de Ciências pelo grupo 3. b) Apresentação do grupo 4 sobre o tema Radiação Infravermelha.



(a)

(b)

Fonte: A autora

Este momento constituiu-se como bastante significativo para os estudantes sujeitos da pesquisa, visto que tiveram a oportunidade de compartilhar os conhecimentos construídos na OT através da apresentação dos minicursos para as demais turmas de alunos da escola, além daquelas que já haviam participado dos minicursos como ouvintes, e também para a comunidade escolar em geral.

A apresentação dos minicursos pelos estudantes na Feira de Ciências da escola configurou-se como mais um momento onde se pôde observar um avanço satisfatório dos alunos no tocante à construção dos seus conhecimentos com relação ao conteúdo abordado na OT sobre o uso da radiação na medicina. A figura 32 mostra um cartaz confeccionado pelos próprios estudantes sujeitos da pesquisa, que foi exposto no mural do saguão da escola durante a realização da Feira de Ciências. No cartaz são apresentadas fotos que sintetizam as principais atividades realizadas no desenvolvimento da OT “O uso da radiação na medicina: Raios-X e Radioterapia”.

Figura 32 - Cartaz com fotos das atividades realizadas na OT exposto na escola durante a Feira de Ciências.



Fonte: A autora

A elaboração e apresentação dos minicursos pelos estudantes se mostrou uma experiência muito rica, que agregou novos conhecimentos para todos os envolvidos na atividade, tanto alunos quanto professores. Esta proposta de trabalho apresentou um caráter muito positivo, sendo que iniciativas como estas devem ser incentivadas a acontecer mais vezes no contexto escolar.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma das grandes questões que norteiam as discussões e as práticas pedagógicas no ensino de Ciências, em especial no ensino de Química, diz respeito a metodologias capazes de promover a contextualização do ensino e promover a construção de um conhecimento científico sólido por parte dos estudantes, instrumentalizando-os para intervir de modo consciente no meio social no qual estão inseridos. Um ensino contextualizado pode ser desenvolvido através do trabalho com temáticas relacionadas à vivência dos estudantes, que emergem do interesse dos mesmos e que estejam relacionadas com as questões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais que atualmente necessitam ser pensadas. Essas temáticas, por serem extraídas da vida real, apresentam características interdisciplinares e necessitam ser analisadas por diferentes campos do saber.

A metodologia de ensino na perspectiva da abordagem temática pode auxiliar o estudante a superar o desafio que muitas vezes se apresenta de relacionar o conhecimento químico trabalhado na escola com a realidade vivenciada no seu cotidiano, possibilitando, dessa forma, que o mesmo construa um conhecimento que tenha significado e seja passível de aplicação na sua vida.

O presente trabalho de pesquisa teve como objetivo principal o desenvolvimento de uma Oficina Temática enquanto proposição metodológica para abordar o conteúdo sobre Radiações e Radioatividade na perspectiva da contextualização no ensino de Química, no intuito de favorecer a construção de um conhecimento sólido por parte dos estudantes.

Nesse sentido, foi possível observar, com base nas colocações dos estudantes, que eles acreditam que o desenvolvimento dos conteúdos de Química através de temáticas relacionadas com situações da sua vivência favorece a construção do conhecimento de forma mais efetiva do que a utilização da metodologia baseada no ensino tradicional. A maioria dos estudantes argumentou de forma positiva com relação à contribuição da metodologia de ensino por meio de temáticas, afirmando que esse tipo de metodologia facilita a compreensão dos conteúdos e, conseqüentemente, a construção dos conhecimentos próprios da Química.

A análise dos questionários respondidos pelos estudantes com relação ao conteúdo sobre Radiações e Radioatividade e dos materiais produzidos por eles ao longo do desenvolvimento do trabalho permitiu inferir que o aprendizado dos alunos apresentou avanços significativos com o emprego da metodologia de ensino por meio de Oficinas Temáticas. Esta estratégia metodológica propiciou a construção de novos conhecimentos por parte dos estudantes e contribuiu para que desenvolvessem novas formas de estudar Química,

estabelecendo relações entre o conhecimento cotidiano e o conhecimento científico, por meio da interação com o meio social no qual estão inseridos, segundo a perspectiva da teoria histórico-cultural, preconizada por Vygotsky.

A presente pesquisa teve também o intuito de conhecer as concepções dos estudantes com relação a alguns aspectos inerentes ao ensino de Química, tendo em vista que a Química enquanto componente curricular se constitui como uma ferramenta importante para a construção do conhecimento pelos estudantes, em especial na sociedade atual, marcada pela constante evolução no aspecto científico e tecnológico. Os resultados obtidos através da investigação mostraram que todos os estudantes entrevistados consideram importante a disciplina de Química no seu currículo escolar. Estes dados indicam que a Química vem contribuindo de forma relevante para a construção do conhecimento por parte dos estudantes, visto que estes tem consciência do papel que o conhecimento químico representa para a sua formação enquanto alunos e como cidadãos, instrumentalizando-os e tornando-os capazes de participar ativamente do debate das questões que envolvam o conhecimento químico na sociedade.

Outro aspecto investigado no presente trabalho permitiu observar que a maioria dos estudantes pesquisados afirma aplicar o conhecimento químico no seu cotidiano, percebendo a presença da Química em situações como: alimentação, vestuário, produtos de limpeza, entre outros. Esta constatação nos permite afirmar que os alunos conseguem estabelecer relações entre a Química e os fatos que estão diretamente ligados à sua vivência cotidiana, aspecto este que deve ser considerado pelo professor ao abordar os conteúdos da área científica no âmbito da sala de aula.

Como em qualquer projeto ou atividade que o professor se proponha a desenvolver, alguns desafios tiveram que ser superados ao longo do percurso de elaboração e aplicação da OT. Um desses desafios diz respeito à falta de tempo para a realização de leituras, estudos e elaboração das atividades, condição essa relacionada com a elevada carga horária que necessita ser cumprida na atividade docente exercida na escola pública atualmente. Outro aspecto que também precisou ser levado em consideração para a aplicação da referida OT está relacionado com o reduzido número de períodos semanais destinado para a disciplina de Química (somente duas horas/aula por semana), o que obriga o professor a condensar ao máximo o conteúdo a ser trabalhado, tendo que escolher com toda a cautela os conceitos a serem abordados e as atividades a serem desenvolvidas, de forma a possibilitar aos estudantes a construção dos conhecimentos desejados e otimizar o tempo e os materiais. E, por fim, um terceiro obstáculo que teve de ser vencido relaciona-se com a dificuldade de encontrar

materiais produzidos por fontes confiáveis, bem elaborados e sem erros conceituais, visto que, para além dos livros didáticos, há pouco material de boa qualidade disponível em língua portuguesa que aborde sobre a temática Radiações e Radioatividade, sendo que a maioria dos materiais publicados nesta área encontra-se escrito em língua inglesa.

Em uma breve revisão de literatura realizada no âmbito da presente investigação, também foi possível constatar que há poucos trabalhos sobre a temática abordada que enfatizam as aplicações benéficas da Radioatividade, em especial suas aplicações na área da medicina, como é o caso da nossa proposta. Não foi encontrada nenhuma estratégia de ensino que se referisse à realização de uma Oficina Temática para abordar o uso da radiação na área da medicina para o diagnóstico e tratamento de doenças, em especial o câncer. Essa constatação reforça a ideia de que mais propostas pedagógicas nesse sentido devem ser pensadas para se trabalhar com estudantes de todos os níveis de ensino, a fim de levar ao conhecimento da sociedade de forma mais enfática os benefícios da Radioatividade, ao invés de ressaltar apenas os seus malefícios. Nesse sentido, pode-se dizer que o uso da temática Radiações/Radioatividade aplicada à medicina constitui-se em um campo aberto para investigações, com grandes potencialidades para se trabalhar tópicos do ensino de Química, Física e Ciências.

De modo geral, e considerando as limitações que envolvem o ensino de Química, é possível dizer que a metodologia de ensino por meio da abordagem de temáticas relacionadas com situações da vivência dos estudantes favorece o aprendizado dos conceitos químicos e proporciona-lhes a construção de um conhecimento químico mais consistente. Desta forma, é possível afirmar que os objetivos almejados pela presente pesquisa foram em sua maioria alcançados de forma satisfatória.

Faz-se relevante salientar, ao findar a escrita dessa dissertação, que a pesquisa desenvolvida foi mais uma significativa oportunidade para aprimorar a prática pedagógica. As atividades desenvolvidas com os estudantes no decorrer da Oficina Temática foram ocasiões de crescimento pessoal e profissional para esta professora pesquisadora. E isto não seria possível sem compartilhar anseios, dúvidas, alegrias e conhecimentos que somente o trabalho pedagógico nos proporciona.

10 REFERÊNCIAS

- ADOLFI, L. V.; OLIVEIRA, D. B.; REIS, K. M.; SANTOS, M. S. M.; SALGADO, T. D. M. Oficina sobre Radiações: uma experiência interdisciplinar de Química e Física no âmbito do PIBID-UFRGS. *In: IX Salão de Ensino UFRGS, 2013, Porto Alegre. Anais...* Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2013. v. 1. p. 1-1. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/90857>>. Acesso em: 05 jun. 2020.
- AFONSO, J. C. Rádio. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 32, n. 01, p. 58–59, fevereiro, 2010.
- AGUIAR, L. S.; PASSOS, C. G.; SALGADO, T. D. M. As oficinas temáticas de bruxaria, ciência forense e de radiações do subprojeto PIBID/Química: contribuições para o ensino de química. *In: XIII Salão de Ensino UFRGS, 2017, Porto Alegre. Anais...* Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2017. v. 1. p. 1-2. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/177893>>. Acesso em: 05 jun. 2020.
- ALBUQUERQUE, O. G.; PIRES, M. O. C. Proposta de ensino das propriedades da luz ultravioleta usando a abordagem dos três momentos pedagógicos. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF), 23. 2019. Salvador, BA. Anais...* Salvador: IFBA/UFBA, 2019.
- AMORIM, C. S.; ESTEVÃO, A. P. S. S. Utilização de jornal didático como metodologia alternativa para o ensino da temática radioatividade. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ), 18. 2016. Florianópolis, SC. Anais...* Florianópolis: UFSC, 2016.
- ANTISZKO, T. R.; OLIVEIRA, D. Q.; FREIRE, L. I. F. Como os professores da cidade de Ponta Grossa e região trabalham o conteúdo de radioatividade. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ), 17. 2014. Ouro Preto, MG. Anais...* Ouro Preto: UFOP, 2014.
- AQUINO, K. A. S.; DE CHIARO, S. Uso de mapas conceituais: percepções sobre a construção de conhecimentos de estudantes do ensino médio a respeito do tema radioatividade. **Ciências & Cognição**. Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p.158-171, dezembro, 2013. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org>>. Acesso em: 08 jun. 2020.
- ARAÚJO, E. B. A utilização do elemento Tecnécio 99-m no diagnóstico de patologias e disfunções dos seres vivos. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**. São Paulo, n. 06, p. 31–35, julho, 2005.
- ARAÚJO, I. S. C.; EICHLER, M. L. Curso de extensão como estratégia para trabalhar radiações e tópicos de Física Moderna e Contemporânea com professores de Ciências. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 12. 2019. Natal, RN. Atas...* Natal: Abrapec, 2019.
- ARAÚJO, M. C.; DICKMAN, A. G. Energia nuclear e radioatividade: como estes tópicos são abordados pelos professores no ensino médio. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 9. 2013. Águas de Lindóia, SP. Atas...* Águas de Lindóia: Abrapec, 2013.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3. ed. Porto Alegre: Bookmann, 2006.

AZEVEDO, A. L. O.; SILVA, K. S. A radioatividade na visão dos alunos do Ensino Médio. *In*: CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE QUÍMICA, 5. /ENCONTRO NORTE-NORDESTE DE ENSINO DE QUÍMICA, 3. 2013. Natal, RN. **Anais...** Natal: UFRN, 2013.

BARBOSA, V. A.; MOREIRA, I. C. A ‘luz invisível’: da história da ciência ao ensino de Física. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF), 22. 2017. São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: USP, 2017.

BATISTA, C. A.; SIQUEIRA, M. Um olhar da transposição didática para uma sequência de ensino sobre radioatividade baseada na estrutura da TLS. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF), 21. 2015. Uberlândia, MG. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2015.

BATISTA, C. A.; SIQUEIRA, M.; REIS, Y. Design de uma TLS sobre Radioatividade. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 10. 2015. Águas de Lindóia, SP. **Atas...** Águas de Lindóia: Abrapec, 2015.

BIAZUS, M. Proposta didática para abordar conteúdos de Física Moderna no ensino médio. *In*: ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA – RS (EEEFis- RS), 5. 2013. Porto Alegre, RS. **Atas...** Porto Alegre: UFRGS, 2013.

BORGES, J. C.; SERAFIM, E. S.; PASSOS, C. B. Estudo das concepções prévias dos alunos do segundo ano do ensino médio a respeito da radiação ultravioleta. *In*: ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA – RS (EEEFis- RS), 6. 2015. Porto Alegre, RS. **Atas...** Porto Alegre: UFRGS, 2015.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. **Resolução nº 3 de 21 de novembro de 2018**. Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Diário Oficial da União, Brasília, 22 de novembro de 2018. Seção 1, p. 21. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=102481-rceb003-18&category_slug=novembro-2018-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 10 mar. 2020.

_____. **LDB - Lei nº 9.394/96**, 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://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm>. Acesso em: 14 mar. 2020.

_____. **Lei nº 13.415/2017**, de 16 de fevereiro de 2017. Lei da Reforma do Ensino Médio. Diário Oficial da União, Brasília, 17 de fevereiro de 2017. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113415.htm>. Acesso em: 16 set. 2020.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **BNCC – Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017. Disponível em:<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2020.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias.** Brasília: MEC; SEB, 2006, v. 2. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2020.

_____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica (SEMTEC). **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. - Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias.** Brasília: MEC; SEMTEC, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2020.

BRASIL, M. C. Análise da temática radioatividade nos livros didáticos de química do PNLD 2015. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/181112>>. Acesso em: 02 jun. 2020.

BRITO, L. S.; FERREIRA, L. N. A. Estudo da radioatividade em uma abordagem CTS para o ensino superior: caminhos para a tomada de decisão. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC)*, 12. 2019. Natal, RN. **Atas...** Natal: Abrapec, 2019.

BROIETTI, F. C. D.; CELA, K. D.; SOUZA, W. Uma proposta alternativa contextualizada para o ensino de radioatividade. *In: CONGRESSO PARANAENSE DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA (CPEQUI)*, 1. 2009. Londrina, PR. **Anais...** Londrina: UEL, 2009.

CALHEIRO, L. B.; DEL PINO, J. C. O estudo da luz visível no ensino médio, a partir do campo conceitual de Vergnaud. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC)*, 11. 2017. Florianópolis, SC. **Atas...** Florianópolis: Abrapec, 2017.

CALHEIRO, L. B.; DEL PINO, J. C. O estudo das representações sociais de estudantes do ensino médio acerca do tema radiação. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC)*, 10. 2015. Águas de Lindóia, SP. **Atas...** Águas de Lindóia: Abrapec, 2015.

CAMPOS, A. F.; SILVA, F. C. V.; ALMEIDA, M. A. V. Resolução de uma situação-problema sobre radioterapia no ensino superior de Química. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ)*, 17. 2014. Ouro Preto, MG. **Anais...** Ouro Preto: UFOP, 2014.

CARDOSO, E. M. **Aplicações da energia nuclear.** Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN. Apostilas educativas. Rio de Janeiro, [2012]a. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/educativo/aplicacoes-da-energia-nuclear.pdf>>. Acesso em 05 jun. 2020.

CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar Química. **Química Nova.** São Paulo, v. 23, n. 03, p. 401-404, maio/junho, 2000. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/qn/v23n3/2827.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2020.

- CARDOSO, S. P.; VIANA, D. M.; CARDOSO, S. C. Física das Radiações: uma atividade com enfoque CTS. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF)*, 22. 2017. São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: USP, 2017.
- CARVALHO, R. P.; OLIVEIRA, S. M. V. **Aplicações da energia nuclear na saúde**. São Paulo: SBPC; Viena: IAEA, 2017. Disponível em: <<http://portal.sbpcnet.org.br/livro/energianuclearnausaude.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2020.
- CHAGAS, J. F. C.; PENHA, S. P. Divergências sobre o uso da tecnologia móvel em uma abordagem CTS. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF)*, 22. 2017. São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: USP, 2017.
- CHASSOT, A. **A educação no ensino de Química**. Ijuí: Editora Unijuí, 1990.
- CHASSOT, A. Raios X e Radioatividade. **Química Nova na Escola**. São Paulo, n. 02, p.19-22, novembro, 1995.
- CORTEZ, J. M. *et al.* Uma visão química contextualizada das guerras e radioatividade. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ)*, 15. 2010. Brasília, DF. **Anais...** Brasília: UnB, 2010.
- COSTA, P. S.; CUNHA, A. A.; AIRES, J. A. Análise de uma Proposta Didática sobre Radioatividade a partir da História e Filosofia da Ciência. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC)*, 8. 2011. Campinas, SP. **Atas...** Campinas: Abrapec, 2011.
- 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: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ)*, 18. 2016. Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2016.
- COSTA, R. O.; MELO, I. L.; MARCELINO, V. S. Radioatividade em aulas de Química: uma abordagem CTS. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ)*, 18. 2016. Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2016.
- COUSSIRAT, R. S. S.; FRAGA, M. V. B.; SALGADO, T. D. M. Mapas conceituais como método para avaliar conhecimentos adquiridos sobre radioatividade na estratégia de rotação por estações. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC)*, 12. 2019. Natal, RN. **Atas...** Natal: Abrapec, 2019.
- COUSSIRAT, R. S. S.; SALGADO, T. D. M. Elaboração de materiais didáticos para o ensino de radioatividade na estratégia de rotação por estações. *In: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA (EDEQ)*, 38. 2018. Canoas, RS. **Anais...** Canoas: Ulbra, 2018.
- COUSSIRAT, R. S. S.; SALGADO, T. D. M. Aplicação da estratégia Rotação por Estações para o ensino de Radioatividade em um espaço não-formal de aprendizagem. *In: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA (EDEQ)*, 39. 2019. Lajeado, RS. **Anais...** Lajeado: Univates, 2019.

CRUZ, T. M. G. S.; MESQUITA, N. A. S.; SOARES, M. H. F. B. H'Química – O uso dos quadrinhos para o ensino de Radioatividade. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC)*, 9. 2013. Águas de Lindóia, SP. **Atas...** Águas de Lindóia: Abrapec, 2013.

CRUZ, T. M. G. S.; SOARES, M. H. F. B. H'Química – Radioatividade e Quadrinhos. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ)*, 17. 2014. Ouro Preto, MG. **Anais...** Ouro Preto: UFOP, 2014.

CRUZ, T. M. G. S.; SOARES, M. H. F. B.; MESQUITA, N. A. S. Elaboração de curtas metragens no Ensino Médio: usando o cinema para abordar temas sobre radioatividade em sala de aula. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ)*, 15. 2010. Brasília, DF. **Anais...** Brasília: UnB, 2010.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. **Metodologia do ensino de ciências**. 2. ed. rev. São Paulo: Cortez, 1992. (Coleção magistério. 2º grau. Série formação do professor).

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2018. (Docência em formação ensino fundamental).

DIMAS, A.; BARROS, M. A. Câmara de Wilson eletrônica para auxílio na aprendizagem de Física Moderna no ensino médio. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF)*, 21. 2015. Uberlândia, MG. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2015.

DRIVER, R. *et al.* Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**. São Paulo, n.09, p. 31-39, maio, 1999.

FARIA, W. D. B. *et al.* O PIBID/Química UEL – Um relato de experiência na escola: abordando o tema radioatividade. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ)*, 16. 2012. Salvador, BA. **Anais...** Salvador: UFBA, 2012.

FARIAS, R. F. A Química do tempo: Carbono-14. **Química Nova na Escola**. São Paulo, n. 16, p. 06-08, novembro, 2002.

FELTRE, R. **Química**. 6. ed. São Paulo: Moderna, 2004.

FERNANDES, L. S.; CAMPOS, A. F. Análise das questões sobre radioatividade no ENEM. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC)*, 10. 2015. Águas de Lindóia, SP. **Atas...** Águas de Lindóia: Abrapec, 2015.

FERNANDES, L. S.; CAMPOS, A. F. Radioatividade no ENEM: análise das questões. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ)*, 18. 2016. Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2016.

FIUZA, G. S. *et al.* Radiações ionizantes e não ionizantes: uma análise prévia do conhecimento de alunos do ensino médio. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF)*, 21. 2015. Uberlândia, MG. **Anais...**Uberlândia: UFU, 2015.

FONSECA, M. R. M. **Química**: meio ambiente, cidadania, tecnologia. 1. ed. São Paulo: FTD, 2010. 3 v.

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

FORTUNATO, D.; SAUERWEIN, I. P.S. Radiações: o que os estudantes querem saber? *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF), 19. 2011. Manaus, AM. **Anais...** Manaus: UFAM, 2011.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 29. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996. (Coleção Leitura).

GEHLEN, S. T. **A função do problema no processo ensino-aprendizagem de Ciências**: contribuições de Freire e Vygotsky. 2009. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, UFSC, Florianópolis, 2009.

GEHLEN, S. T.; DELIZOICOV, D. O papel do problema no ensino de ciências: compreensões de pesquisadores que se referenciam em Vygotsky. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 15, n. 02, p. 45-63, maio – ago., 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v15n2/1983-2117-epec-15-02-00045.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2020.

GOMES, G. S. *et al.* Usando o modelo padrão de partículas para discutir radioatividade: relato da experiência de Pibidianos. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF), 20. 2013. São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: USP, 2013.

GOMES, I. C. P.; ECHEVERRÍA, A. R.; FURTADO, W. W. A mediação semiótica dos instrumentos culturais na aprendizagem de conceitos científicos. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 8. 2011. Campinas, SP. **Atas...** Campinas: Abrapec, 2011.

GOMES, T. G.; FORATO, T. C. M. Construindo uma abordagem histórica da Radioatividade. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 10. 2015. Águas de Lindóia, SP. **Atas...** Águas de Lindóia: Abrapec, 2015.

GOMES, V. B.; SILVA, R. R.; SOUZA, A. K. S. Uma investigação sobre o uso de um texto de divulgação científica no ensino de radioatividade no nível médio. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 11. 2017. Florianópolis, SC. **Atas...** Florianópolis: Abrapec, 2017.

GUIMARÃES, A. C. 80 Anos sem Marie Curie: abordagem investigativa no filme: “Madame Curie” para contextualização histórica no ensino de radioatividade para alunos da 2ª série do ensino médio. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ), 17. 2014. Ouro Preto, MG. **Anais...** Ouro Preto: UFOP, 2014.

HOMRICH, A. M.; PERALTA, R. A.; GONÇALVES, F. P. “A menina que comeu Césio”: articulações entre literatura e ensino de Química. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 11. 2017. Florianópolis, SC. **Atas...** Florianópolis: Abrapec, 2017.

- HYPPÓLITO, M. P.; CUNHA, R. A.; GARCÊS, B. P. Estudo da radioatividade no ensino médio tomando como partida a história e pesquisa da física Marie Curie. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ)*, 15. 2010. Brasília, DF. **Anais...** Brasília: UnB, 2010.
- JACOB, L. F. R.; MESSEDER, J. C. Radioatividade a partir de vídeos educativos: propostas para aulas de Química. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ)*, 16. 2012. Salvador, BA. **Anais...** Salvador: UFBA, 2012.
- KAKUNO, E.M. Detector Geiger Muller usando tubo SBM19. *In: ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA – RS (EEEFis- RS)*, 5. 2013. Porto Alegre, RS. **Atas...** Porto Alegre: UFRGS, 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 (ENEQ)*, 17. 2014. Ouro Preto, MG. **Anais...** Ouro Preto: UFOP, 2014.
- LIMA, R. S.; PIMENTEL, L. C. F.; AFONSO, J. C. O despertar da radioatividade ao alvorecer do século XX. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 33, n. 02, p.93-99, maio, 2011.
- LISBOA, J. C. F. **Ser Protagonista – Química – Volume Único**. São Paulo: Edições SM, 2012.
- LOVATE, R; WELSS, A.; VOGEL, M. Atividades lúdicas e sala de aula: uma possibilidade para o ensino. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ)*, 17. 2014. Ouro Preto, MG. **Anais...** Ouro Preto: UFOP, 2014.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. [Reimpr.]. Rio de Janeiro: E.P.U., 2017.
- MACHADO, A. H. **Aula de Química: discurso e conhecimento**. Ijuí: Editora Unijuí, 1999.
- MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de Química: professores/pesquisadores**. 2. ed. rev. Ijuí: Editora Unijuí, 2003. (Coleção Educação em Química).
- MARCONDES, M. E. R. Proposições metodológicas para o ensino de Química: oficinas temáticas para a aprendizagem da Ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Em Extensão**, Uberlândia, v. 7, p.67-77, 2008.
- MARCONDES, M. E. R. et al. **Oficinas temáticas no ensino público visando a formação continuada de professores**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2007.
- MARCONDES, M. E. R. et al. “Tem Química na cozinha?” – Elaboração e aplicação de uma Oficina Temática para divulgação científica. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ)*, 16. 2012. Salvador, BA. **Anais...** Salvador: UFBA, 2012.

MARQUES, M. O. **Educação nas ciências: interlocução e complementaridade**. Ijuí: Editora Unijuí, 2002. (Coleção Fronteiras da Educação).

MATEUS, A. L.; PORTO, P. A.; FANTINI, L. H. A história química da radioatividade: incluindo fenômenos em uma abordagem histórica dos modelos atômicos. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ)*, 15. 2010. Brasília, DF. **Anais...** Brasília: UnB, 2010.

MATOS, A. N.; SANTANA, H.C. V.; BARBOSA, T. N. Análise e desenvolvimento de simuladores na Física das Radiações. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF)*, 22. 2017. São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: USP, 2017.

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 (ENEQ)*, 18. 2016. Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2016.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Física**. São Paulo: Scipione, 1997.

MEDEIROS, M. A.; LOBATO, A. C. Contextualizando a abordagem de radiações no ensino de Química. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 12, n. 03, p. 65-84, set-dez., 2010.

MELLO, M. V. P.; CHACON, E. P. Baralho radioativo: a aplicação de uma ferramenta lúdica contribuindo para uma metodologia de ensino baseada na Epistemologia da Prática. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ)*, 17. 2014. Ouro Preto, MG. **Anais...** Ouro Preto: UFOP, 2014.

MENDES, L. G.; LONDERO, L. Os estudos sobre o ensino da Física das Radiações nas Atas do “Simpósio Nacional de Ensino de Física”. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF)*, 22. 2017. São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: USP, 2017.

MENDES, L. G.; NOSSA, I. M.; LONDERO, L. O potencial pedagógico das notícias científicas sobre radiações ionizantes publicadas na Folha de São Paulo. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF)*, 23. 2019. Salvador, BA. **Anais...** Salvador: IFBA/UFBA, 2019.

MERÇON, F.; QUADRAT, S. V. A radioatividade e a história do tempo presente. **Química Nova na Escola**. São Paulo, n. 19, p. 27-30, maio, 2004.

MONTEDO, P. S. G.; MARINELLI, J. R. Do ensino de Física à democratização do debate nuclear. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC)*, 12. 2019. Natal, RN. **Atas...** Natal: Abrapec, 2019.

MORAES, L. E.; OLIVEIRA, F. G.; SOARES, A. A. O ensino da radioatividade e física nuclear com o uso de simuladores. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF)*, 21. 2015. Uberlândia, MG. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2015.

MOREIRA, M. A. **Metodologias de pesquisa em ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: E.P.U., 1999.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. Tradução de Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya; 3. ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2001.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química para o Ensino Médio: Volume Único**. São Paulo: Scipione, 2002.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química** (Ensino Médio). 1. ed. São Paulo: Scipione, 2011, 3 v.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química** (Ensino Médio). 2. ed. São Paulo: Scipione, 2013, 3 v.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. O ensino de ciências nas salas de aula: estabelecendo relações. *In*: CARRETERO, M.; CASTORINA, J. A. (Org.). **Desenvolvimento cognitivo e educação: processos do conhecimento e conteúdos específicos**. v. 2. Porto Alegre: Penso, 2014. p. 268-294.

MOTA, T. B.; PASTORIZA, B. S.; SANGIOGO, F. A. O uso de filmes de ficção científica sobre Radioatividade no Ensino de Química. *In*: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA (EDEQ), 36. 2016. Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas: UFPel, 2016.

NASCIMENTO, C. A. *et al.* A aplicação da Oficina Temática “Energia e sustentabilidade”: visando a ampliação do entendimento de estudantes sobre o tema . *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ), 18. 2016. Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2016.

NASCIMENTO, M. L. *et al.* Estudo de caso no ensino de Química: radioatividade. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ), 15. 2010. Brasília, DF. **Anais...** Brasília: UnB, 2010.

NASCIMENTO, S.; ALMEIDA, D.; SOUZA, E. Radiação nos alimentos: uma proposta para trabalhar a radioatividade na Educação de Jovens e Adultos. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF), 23. 2019. Salvador, BA. **Anais...** Salvador: IFBA/UFBA, 2019.

NOSSA, I. M.; LONDERO, L.; GOMBRAGE, R. As pesquisas sobre o ensino da Física das radiações ionizantes: um estudo baseado em periódicos científicos. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF), 22. 2017. São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: USP, 2017.

NOSSA, I. M.; MENDES, L. G.; LONDERO, L. As pesquisas sobre o ensino de Física das Radiações Ionizantes nos Anais da “Conference of the European Science Education Research Association (ESERA)”. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF), 23. 2019. Salvador, BA. **Anais...** Salvador: IFBA/UFBA, 2019.

NOSSA, I. M.; MENDES, L. G.; LONDERO, L. Estudo quantitativo da produção acadêmico-científica sobre o ensino da Física das radiações ionizantes. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE

ENSINO DE FÍSICA (SNEF), 23. 2019. Salvador, BA. **Anais...** Salvador: IFBA/UFBA, 2019.

NUNES, L. D.; MESQUITA, N. A. S. Análise da temática radioatividade nos PCC de Licenciatura em Química do estado de Goiás. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 12. 2019. Natal, RN. **Atas...** Natal: Abrapec, 2019.

OLIVEIRA, D. B. Oficina Interdisciplinar de radiações dos subprojetos PIBID/Química e PIBID/Física da UFRGS: uma proposta interdisciplinar? Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/110009>>. Acesso em: 05 jun. 2020.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. **Teorias de aprendizagem**. Porto Alegre: Evangraf; UFRGS, 2011.

PACHECO, D. P. *et al.* Interdisciplinaridade: uma proposta no ensino de Ciências. *In*: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA (EDEQ), 37. 2017. Rio Grande, RS. **Anais...** Rio Grande: Editora da FURG, 2017.

PANSERA, F. C.; PERON, C. A inserção de tópicos de física médica no ensino médio regular – Uma possibilidade de ampliação do currículo escolar. *In*: ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA – RS (EEEFis- RS), 5. 2013. Porto Alegre, RS. **Atas...** Porto Alegre: UFRGS, 2013.

PARISOTO, M. F.; MORO, J. T.; MOREIRA, M. A. O ensino de Física a partir do estudo da ultrassonografia, da produção e interação da radiação com o corpo humano: uma abordagem contextualizada. *In*: ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA – RS (EEEFis- RS), 4. 2011. Porto Alegre, RS. **Atas...** Porto Alegre: UFRGS, 2011.

PARISOTO, M. F.; MORO, J. T.; MOREIRA, M. A. O ensino de Física a partir do estudo da ultrassonografia, da produção e interação da radiação com o corpo humano: uma abordagem contextualizada. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF), 19. 2011. Manaus, AM. **Anais...** Manaus: UFAM, 2011.

PASSOS, C. R. S. *et al.* Radioatividade em foco: o que os estudantes do ensino médio pensam/sabem sobre o tema? *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ), 18. 2016. Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2016.

PASSOS, K. S. *et al.* Uso de textos de divulgação científica no estudo da Radioatividade: um relato de estágio de docência em Química. *In*: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA (EDEQ), 37. 2017. Rio Grande, RS. **Anais...** Rio Grande: Editora da FURG, 2017.

PASSOS, M. H. S.; SOUZA, A. A. **Química nuclear e radioatividade**. 2. ed. Campinas, SP: Editora Átomo, 2012.

PEDROLO, C. *et al.* Recurso audiovisual para o Ensino de Química: proposta de atividade interdisciplinar em prol da formação docente. *In*: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O

ENSINO DE QUÍMICA (EDEQ), 34. 2014. Santa Cruz do Sul, RS. **Anais...** Santa Cruz do Sul: UNISC, 2014.

PEREIRA, A. M.; SANTOS, A. C. F.; AMORIM, H. S. Ensinando Física das radiações com um contador Geiger baseado em plataforma Arduino. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF)*, 21. 2015. Uberlândia, MG. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2015.

PEREIRA, E. Q.; NASCIMENTO, E. P. A interdisciplinaridade nas universidades brasileiras: trajetória e desafios. **Redes (Online)**. Santa Cruz do Sul, RS, v. 21, n. 1, p. 209-232, jan./abr. 2016. Disponível em: <<https://online.unisc.br/seer/index.php/redes/article/view/4844/pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2020.

PÉREZ, Leonardo Fabio Martínez. M. **Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores**. São Paulo: UNESP, 2012.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **Química na abordagem do cotidiano**. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2003.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **Química na abordagem do cotidiano**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2010.

POMBO, O. Epistemologia da interdisciplinaridade. **Ideação – Revista do Centro de Educação e Letras da Unioeste**. Foz do Iguaçu, PR, v. 10, n.1, p. 09-40, 1º sem., 2008. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/ideacao/article/view/4141/3187>>. Acesso em: 18 fev. 2020.

_____. Práticas interdisciplinares. **Sociologias**. Porto Alegre, ano 8, n.15, p.208-249, jan./jun., 2006. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/sociologias/article/view/5570/3181>>. Acesso em: 20 fev. 2020.

PRESTES, M.; CAPELLETTO, E.; SANTOS, K. C. A. Concepções dos estudantes sobre radiações. *In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA (EPEF)*, 11. 2008. Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: UTFPR, 2008.

RAULINO, F.; MOTA, F. G.; MARTIN, M. G. M. B. Uso do RPG como recurso didático para o ensino de Radioatividade no ensino médio. *In: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA (EDEQ)*, 35. 2015. Porto Alegre, RS. **Anais...** Lajeado: Editora UNIVATES, 2015.

REBELLO, A. P.; PINHEIRO, L. A. As radiações e o nosso cotidiano: medicina, energia e Big Bang: uma abordagem a partir do Ensino Politécnico. *In: ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA – RS (EEEFis- RS)*, 6. 2015. Porto Alegre, RS. **Atas...** Porto Alegre: UFRGS, 2015.

REGO, T. C. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995. (Educação e conhecimento).

REIS, N. A.; OLIVEIRA, A. S.; SILVA, E. L. Contribuições da radioatividade para o desenvolvimento das teorias atômicas de Thomson a Rutherford: um debate histórico

epistemológico no ensino de Química. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ), 16. 2012. Salvador, BA. **Anais...** Salvador: UFBA, 2012.

RESQUETTI, S. O.; FUSINATO, P. A.; MURA, J. Radioatividade no nível médio: proposta de uma sequência didática com enfoque na História e Filosofia da Ciência e no movimento CTS. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF), 21. 2015. Uberlândia, MG. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2015.

RODRIGUES, A. A. *et al.* Divulgação científica na formação docente: uma experiência com o tema radioatividade e energia nuclear. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ), 16. 2012. Salvador, BA. **Anais...** Salvador: UFBA, 2012.

RODRIGUES, B. C. R.; RIBEIRO, M. M. C. Sequência didática interdisciplinar com enfoque CTSA para o estudo da radioatividade e energia nuclear. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ), 18. 2016. Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2016.

RODRIGUES, M. R. F.; OLIVEIRA, L. D. Ensino de Física baseado no enfoque CTS com tema principal a luz: aprendizado atuante. *In*: ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA – RS (EEEFis- RS), 6. 2015. Porto Alegre, RS. **Atas...** Porto Alegre: UFRGS, 2015.

ROSA, L. F. M.; PRATES, L. S. Uma proposta para abordar a natureza da luz. *In*: ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA – RS (EEEFis- RS), 8. 2019. Porto Alegre, RS. **Atas...** Porto Alegre: UFRGS, 2019.

SALGADO, T. D. M.; BRASIL, M. C. Como os livros didáticos de Química do PNL D 2015 abordam as temáticas de radioatividade e energia nuclear? *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA (CBQ), 58. 2018. São Luís, MA. **Anais...** São Luís: ABQ, 2018. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2018/trabalhos/6/1185-22879.html>>. Acesso em: 02 jun. 2020.

SALGADO, T. D. M.; SILVA, A. C. Noções básicas de segurança no trabalho com radiações: uma abordagem para calouros por meio do método de Estudo de Caso. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 11. 2017. Florianópolis, SC. **Atas...** Florianópolis: Abrapec, 2017.

SALGADO, T. D. M.; SILVA, M. T. X. Oficinas interdisciplinares: integrando o PIBID Química e o PIBID Física na UFRGS. *In*: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA (EDEQ), 33. 2013. Ijuí, RS. **Anais...** Ijuí: UNIJUÍ, 2013.

SAMPAIO, J. L. P.; CALÇADA, C. S. V. **Física Clássica**. 2ª ed. São Paulo: Ed. Atual, 1998.

SANSÃO, V. L. S. **A Química no cotidiano do educando**: Contextualizando o ensino-aprendizagem. Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto Universidade Federal do Ceará Virtual, Universidade Federal do Ceará, Brejo Santo, 2013.

SANTANA, C. M. L.; ALMEIDA, M. G. O.; AQUINO, K. A. S. Elementos químicos em destaque: uma proposta de ferramenta tecnológica para o ensino dos elementos químicos e suas aplicações dentro de uma estrutura de hipertexto. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE

ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ), 18. 2016. Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2016.

SANTOS, C. F. *et al.* O ensino de Química relacionado ao cotidiano do aluno. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA (RASBQ)*, 34. 2011. Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: SBQ, 2011.

SANTOS, D. A. *et al.* Mapa conceitual: estratégia de ensino para relacionar os conceitos de uma unidade didática. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ)*, 15. 2010. Brasília, DF. **Anais...** Brasília: UnB, 2010.

SANTOS, D. J. A. *et al.* A radioatividade: uma perspectiva de contextualização na aula de Química. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ)*, 15. 2010. Brasília, DF. **Anais...** Brasília: UnB, 2010.

SANTOS, J. P. *et al.* Concepções de estudantes do ensino médio sobre Radioatividade. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC)*, 10. 2015. Águas de Lindóia, SP. **Atas...** Águas de Lindóia: Abrapec, 2015.

SANTOS, S. J. Radiações ionizantes: uma proposta para inserção no ensino médio. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF)*, 23. 2019. Salvador, BA. **Anais...** Salvador: IFBA/UFBA, 2019.

SANTOS, W. L. P. *et al.* **Química & Sociedade**. São Paulo: Nova Geração, 2005.

_____. MÓL, G. S. (Coords). **Química Cidadã** (Ensino Médio). São Paulo: Nova Geração, 2010.

_____. MÓL, G. S. (Coords.) **Química Cidadã** (Ensino Médio). 2. ed. São Paulo: AJS, 2013. 3 v.

_____. SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 3. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2003.

SCHNEIDERS, E. C. *et al.* Abordagens contextuais de radiação solar na educação básica. *In: ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA – RS (EEEFis- RS)*, 7. 2017. Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2017.

SCHRÖDER, A. H. *et al.* Energia nuclear na educação escolar: tema proposto para a educação básica no âmbito do PIBID- Química/UFPel. *In: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA (EDEQ)*, 32. 2012. Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2012.

SCHROEDER, E.; FERRARI, N.; MAESTRELLI, S. R. P. A construção dos conceitos científicos em aulas de ciências: contribuições da teoria histórico-cultural do desenvolvimento. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC)*, 7. 2009. Florianópolis, SC. **Atas...** Florianópolis: Abrapec, 2009.

SEIXAS, F. A. B.; CUNHA, M. B. M.; GONZALES, I. M. O ensino de radioatividade em seu contexto histórico com ênfase na área da saúde, sob a perspectiva da Pedagogia Histórico-

Crítica. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ)*, 18. 2016. Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2016.

SILVA, A. A. *et al.* O desenvolvimento de uma sequência didática sobre radioatividade e o envolvimento do aluno no processo de ensino-aprendizagem. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ)*, 18. 2016. Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2016.

SILVA, A. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. Exames de diagnóstico médico por imagem: justificativas para sua abordagem no ensino básico de Física. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC)*, 10. 2015. Águas de Lindóia, SP. **Atas...** Águas de Lindóia: Abrapec, 2015.

SILVA, D. N. G.; PEREIRA, M. V. Análise preliminar da temática radiações ionizantes em livros didáticos do nono ano do ensino fundamental. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF)*, 19. 2011. Manaus, AM. **Anais...** Manaus: UFAM, 2011.

SILVA, D. N. G.; PEREIRA, M. V. Radiações Ionizantes em livros didáticos do nono ano do ensino fundamental. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC)*, 8. 2011. Campinas, SP. **Atas...** Campinas: Abrapec, 2011.

SILVA, E. C.; PENIDO, M. C. M. Importância da inserção do tema Radiações Ionizantes na formação de professores de Física. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC)*, 8. 2011. Campinas, SP. **Atas...** Campinas: Abrapec, 2011.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Contextualização no Ensino de Ciências: significados e epistemologia. *In: SANTANA, E.; SILVA, E. L. (Org.). Tópicos em ensino de Química*. São Carlos: Pedro & João Editores, 2014. p. 15-36.

SILVA, F. C. V.; CAMPOS, A. F.; ALMEIDA, M. A. V. O ensino e aprendizagem de radioatividade: análise de artigos em periódicos nacionais e internacionais. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ)*, 16. 2012. Salvador, BA. **Anais...** Salvador: UFBA, 2012.

SILVA, F. C. V.; NETO, J. E. S. A radioatividade nos livros didáticos do Ensino Médio – Um olhar utilizando elementos de transposição didática. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ)*, 16. 2012. Salvador, BA. **Anais...** Salvador: UFBA, 2012.

SILVA, F. L.; PESSANHA, P. R.; BOUHID, R. R. Abordagem do tema controverso Radioatividade/Energia Nuclear em sala de aula no Ensino Médio – Um Estudo de Caso. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC)*, 8. 2011. Campinas, SP. **Atas...** Campinas: Abrapec, 2011.

SILVA, J. C. R. *Os Simpsons* como organizador prévio para o ensino da Física Nuclear. *In: ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA – RS (EEEFis- RS)*, 7. 2017. Porto Alegre, RS. **Atas...** Porto Alegre: UFRGS, 2017.

SILVA, J. R.; JUNIOR, W.P. G.; XAVIER, A. P. Radiações eletromagnéticas: um panorama da produção recente no ensino e aprendizagem de física. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE*

ENSINO DE FÍSICA (SNEF), 23. 2019. Salvador, BA. **Anais...** Salvador: IFBA/UFBA, 2019.

SILVA, M. T. X.; SALGADO, T. D. M. Oficinas Interdisciplinares de Física e Química no PIBID/UFRGS. *In: ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA – RS (EEEFis- RS)*, 5. 2013. Porto Alegre, RS. **Atas...** Porto Alegre: UFRGS, 2013.

SILVA, P. F. K.; MAXIMILLA, N.; SCHWANTES, L. Ensino das radiações solares: o que pensam os estudantes? *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC)*, 12. 2019. Natal, RN. **Atas...** Natal: Abrapec, 2019.

SILVA, R. C. Possibilidades criadas pela utilização do filme Pu-239 (Plutônio- 239), no ensino de conceitos de Radiações Ionizantes com turmas de 2ª série do Ensino Médio, sob o olhar da Teoria Sócio-interacionista de Lev Vygotsky. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF)*, 20. 2013. São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: USP, 2013.

SILVA, R. C.; ROSA, P. R. S. A apropriação de linguagens relacionadas a conceitos de física e cinematografia, de alunos da 3ª série do Ensino Médio, a partir da produção de filmes sobre radiações ionizantes. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF)*, 20. 2013. São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: USP, 2013.

SILVA, R. M. G. Contextualizando aprendizagens em Química na formação escolar. **Química Nova na Escola**. São Paulo, n. 18, p. 26-30, nov., 2003.

SILVA, R. R.; AQUINO, K. A. S. A importância do estudo de partículas subatômicas como ferramenta na compreensão de decaimentos radioativos. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ)*, 15. 2010. Brasília, DF. **Anais...** Brasília: UnB, 2010.

SOUSA, M. V.; SOARES, M. H. F. B. Expressão corporal de professores e alunos em uma aula de Química: o jogo teatral no ensino de radioatividade. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ)*, 17. 2014. Ouro Preto, MG. **Anais...** Ouro Preto: UFOP, 2014.

SOUSA, M. V.; SOARES, M. H. F. B. Expressão corporal no Ensino de Química: jogos teatrais para a discussão de conceitos relacionados à radioatividade. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC)*, 10. 2015. Águas de Lindóia, SP. **Atas...** Águas de Lindóia: Abrapec, 2015.

SOUSA, W. B. *et al.* A Física das radiações à luz da transposição didática. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF)*, 19. 2011. Manaus, AM. **Anais...** Manaus: UFAM, 2011.

SOUZA, D. O.; SOUZA, D. O.; BEZERRA, B. H. S. Radioatividade: Mocinha ou Vilã? Uma sequência de ensino e aprendizagem com foco nas relações CTSA por meio de QSC's. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC)*, 12. 2019. Natal, RN. **Atas...** Natal: Abrapec, 2019.

SOUZA, F. *et al.* O uso de oficinas temáticas para alunos do ensino básico buscando a alfabetização e divulgação científica de temas socialmente relevantes. *In: ENCONTRO*

NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ), 17. 2014. Ouro Preto, MG. **Anais...** Ouro Preto: UFOP, 2014.

SOUZA, J. M. *et al.* O estudo da percepção de professores sobre o uso de novas tecnologias visando à implementação de projetos interdisciplinares. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC)*, 10. 2015. Águas de Lindóia, SP. **Atas...** Águas de Lindóia: Abrapec, 2015.

SOUZA, S. H. *et al.* Ensino de Física Moderna no ensino médio: orientações e cuidados durante o planejamento do ensino de radiações eletromagnéticas. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF)*, 21. 2015. Uberlândia, MG. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2015.

STUMPF, A. *et al.* Júri químico – os prós e os contras da Radioatividade: uma atividade realizada no âmbito do PIBID. *In: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA (EDEQ)*, 32. 2012. Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2012.

TEIXEIRA, A. H. *et al.* Radioatividade: uma lacuna na formação dos licenciandos do IQ/UnB. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ)*, 16. 2012. Salvador, BA. **Anais...** Salvador: UFBA, 2012.

TIMM, N. R.; RIGO, J.; SAUERWEIN, I. P. S. Energia nuclear e radioatividade no ensino médio: uma investigação da produção acadêmica na área de ensino em Ciências. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF)*, 19. 2011. Manaus, AM. **Anais...** Manaus: UFAM, 2011.

TONETTO, S. R. Mme Curie e o estudo da Radioatividade nos livros didáticos. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ)*, 18. 2016. Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2016.

UCHÔA, A. M.; JUNIOR, W. E. F.; FRANCISCO, W. Produção e avaliação de uma história em quadrinhos para o ensino de Química. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ)*, 16. 2012. Salvador, BA. **Anais...** Salvador: UFBA, 2012.

VARÃO, L. H. R. *et al.* A utilização de seminário na abordagem da radioatividade dentro das atividades do PIBID. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ)*, 16. 2012. Salvador, BA. **Anais...** Salvador: UFBA, 2012.

VASCONCELOS, F. C. G. C.; LEÃO, M. B. C.; ARROIO, A. Produção de vídeos sobre cientistas na área de Química: possibilidades de desenvolvimento da alfabetização midiática. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ)*, 17. 2014. Ouro Preto, MG. **Anais...** Ouro Preto: UFOP, 2014.

XAVIER, A. M. *et al.* Marcos da história da radioatividade e tendências atuais. **Química Nova**. São Paulo, Vol. 30, n. 01, p. 83-91, jan/fev., 2007.

APÊNDICE A - Carta de Anuência da Escola**ESCOLA ESTADUAL DE EDUCAÇÃO BÁSICA FELICIANO JORGE ALBERTO**

DECRETO DE CRIAÇÃO Nº 1399 de 03/11/1950

PORTARIA DE AUTORIZAÇÃO E FUNCIONAMENTO Nº 1931 Data 16/02/1982 D. O. 24/02/1982

PORTARIA DE ALTERAÇÃO DE DESIGNAÇÃO Nº 00222 Data:12/09/2009 D. O. 13/09/2009

Carta de Anuência

Manifestamos, por meio desta, a anuência da Escola Estadual de Educação Básica Feliciano Jorge Alberto quanto à realização da pesquisa intitulada O USO DA RADIAÇÃO NA MEDICINA: RADIOLOGIA E RADIOTERAPIA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE RADIOATIVIDADE, ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE UMA OFICINA TEMÁTICA, PARA ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO DA REDE PÚBLICA ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL* no curso de ensino médio, pela mestrandia ELENICE FELIMBERTI GONZATTO, orientanda da Profª. Dra. Tania Denise Miskinis Salgado no Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI – da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Redentora, 23 de agosto de 2019.

Luciane Marangon Della Flora

Diretora
Luciane Marangon Della Flora
Drebrm
0 2764242/12

APÊNDICE B - Termo de Assentimento

TERMO DE ASSENTIMENTO

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa "O uso da Radiação na Medicina: Radiologia e Radioterapia: uma proposta para o Ensino de Radioatividade, através da utilização de uma Oficina Temática, para estudantes do Ensino Médio da Rede Pública Estadual do Rio Grande do Sul". Esta pesquisa tem como objetivo analisar de que forma a abordagem do conteúdo sobre Radioatividade, através do trabalho com Oficinas Temáticas, contribui para o aprendizado dos estudantes, bem como proporcionar aos mesmos o conhecimento a cerca das aplicações da Radioatividade na sociedade, em especial na Medicina.

O motivo que nos leva a estudar esse assunto é que, para propiciar uma aprendizagem significativa para os estudantes, a utilização de temáticas relacionadas com a vivência dos mesmos pode ajudar a desenvolver a autonomia e o interesse dos estudantes na busca de conhecimento relacionado com as aplicações da Radioatividade na área da Medicina, em especial da Radiologia e da Radioterapia, e fazendo com que o aluno deixe de ser passivo no processo educativo e possa desenvolvê-lo de maneira ativa.

Benefícios: O trabalho por meio de temáticas associadas à vivência dos estudantes pode trazer como benefícios possibilitar aos educandos um processo ativo, dinâmico, no qual os estudantes participam na tentativa de buscar uma solução para um questionamento, fazendo-os refletir, dialogar numa ação conjunta, melhorando o seu processo de ensino e aprendizagem e a qualidade do ensino. Essa metodologia está centrada no aluno, motivando-o a participar ativamente na construção de seu próprio conhecimento. Além disso, o presente projeto poderá proporcionar aos educandos uma consciência crítica com relação às aplicações da Radioatividade na sociedade, em especial na Medicina, onde a mesma pode ser utilizada para o diagnóstico e tratamento de doenças.

Riscos: Os riscos dessa pesquisa são de possíveis constrangimentos ou mal-estar que possam acontecer ao escrever o relatório ou ao realizar a apresentação oral para os colegas de outras turmas. A possibilidade de ocorrer esses desconfortos é baixa, mas caso ocorram, o aluno poderá interromper ou retirar o seu consentimento, sem que ocorram prejuízos pessoais. Este estudo apresenta risco mínimo, isto é, o mesmo risco existente em atividades diárias como conversar, tomar banho, ler, etc. Apesar disso, o aluno tem garantido o direito à devolução ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa.

Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou se recusar. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador, que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação. Entretanto, a temática a ser trabalhada nesta pesquisa, Radioatividade, é parte integrante do conteúdo programático normal, portanto os alunos que não quiserem participar do estudo ficarão em sala de aula, mas não serão utilizadas suas repostas e seus trabalhos na pesquisa prevista.

Os resultados estarão à sua disposição quando a pesquisa for finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de assentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Eu, _____, fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Redentora/RS, ____ de _____ de 20 ____.

Assinatura do(a) menor

Elenice Felimberti Gonzatto
Pesquisadora
Mestranda do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI
da Universidade Federal do Rio Grande do Sul
E-mail: elenicegonzatto@gmail.com
Telefone/Whatsapp: (55) 999140409

Tania Denise Miskinis Salgado
Pesquisadora responsável pelo projeto
Orientadora do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI
da Universidade Federal do Rio Grande do Sul
E-mail: tania.salgado@ufrgs.br
Telefone/Whatsapp: (51) 999794198

Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS:
e-mail: etica@propeq.ufrgs.br
Telefone: (51) 3308- 3738

APÊNDICE C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

1. Seu filho(a) ou adolescente pelo qual você é responsável está sendo convidado(a) para participar como voluntário(a) da pesquisa "O uso da Radiação na Medicina: Radiologia e Radioterapia: uma proposta para o Ensino de Radioatividade, através da utilização de uma Oficina Temática, para estudantes do Ensino Médio da Rede Pública Estadual do Rio Grande do Sul", sob a responsabilidade da aluna Elenice Felimberti Gonzatto, Mestranda do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI - da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, trabalho orientado pela Profa. Dra. Tania Denise Miskinis Salgado.

2. Esta pesquisa tem como objetivo analisar de que forma a abordagem do conteúdo sobre Radioatividade, através do trabalho com Oficinas Temáticas, contribui para o aprendizado dos estudantes, bem como proporcionar aos mesmos o conhecimento a cerca das aplicações da Radioatividade na sociedade, em especial na Medicina.

a. Seu filho(a) ou adolescente pelo qual você é responsável foi convidado(a) para fazer parte do espaço amostral desse estudo.

b. A participação dele(a) consistirá em assistir a uma sequência de aulas (em torno de seis encontros), onde será desenvolvida a Oficina Temática "O uso da Radiação na Medicina: Radiologia e Radioterapia". O estudante deverá desenvolver algumas atividades e trabalhos inerentes ao conteúdo, como escrita de textos e relatórios, e, como sistematização deverá organizar e ministrar um minicurso relacionado ao conteúdo para algumas turmas de Ensino Fundamental e Médio da escola. Nenhuma dessas atividades será obrigatória.

3. Benefícios: O trabalho por meio de temáticas associadas à vivência dos estudantes pode trazer como benefícios possibilitar aos educandos um processo ativo, dinâmico, no qual os estudantes participam na tentativa de buscar uma solução para um questionamento, fazendo-os refletir, dialogar numa ação conjunta, melhorando o seu processo de ensino e aprendizagem e a qualidade do ensino. Essa metodologia está centrada no aluno, motivando-o a participar ativamente na construção de seu próprio conhecimento. Além disso, o presente projeto poderá proporcionar aos educandos uma consciência crítica com relação às aplicações da Radioatividade na sociedade, em especial na Medicina, onde a mesma pode ser utilizada para o diagnóstico e tratamento de doenças.

4. Riscos: Os riscos dessa pesquisa são de possíveis constrangimentos ou mal-estar que possam acontecer ao escrever o relatório ou ao realizar a apresentação oral para os colegas de outras turmas. A possibilidade de ocorrer esses desconfortos é baixa, mas caso ocorram, o aluno poderá interromper ou retirar o seu consentimento, sem que ocorram prejuízos pessoais. Este estudo apresenta risco mínimo, isto é, o mesmo risco existente em atividades diárias como conversar, tomar banho, ler, etc. Apesar disso, o aluno tem garantido o direito à devolução ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa.

5. A temática a ser trabalhada nesta pesquisa, Radioatividade, é parte integrante do conteúdo programático normal, portanto os alunos que não quiserem participar do estudo ficarão em sala de aula, mas não serão utilizadas suas repostas e seus trabalhos na pesquisa prevista.

6. A participação dele(a) nessa pesquisa é voluntária, e é pouco provável que haja gastos para o(a) participante. Caso ocorra, o(a) participante será ressarcido(a) pelo pesquisador através de depósito bancário.

7. O pesquisador garante a privacidade e sigilo sobre a identidade dos participantes.

a. As informações obtidas por meio dessa pesquisa serão confidenciais e o pesquisador assegura o sigilo sobre a sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar a identificação do seu filho(a) ou adolescente pelo qual você é responsável.

b. As informações obtidas só serão usadas para fins da pesquisa, de acordo com a ética da academia e a participação nessa pesquisa não comporta qualquer remuneração.

8. Para que a pesquisador possa usar os dados obtidos, é necessário que o(a) participante entregue este termo de consentimento assinado por seu responsável.
7. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos e, após esse tempo, serão destruídos.
8. Os dados serão utilizados na dissertação, podendo ser posteriormente publicados artigos. Entretanto, é garantido que não será divulgado qualquer tipo de informação que possibilite a sua identificação. Para isso, caso necessário, serão usados nomes fictícios.
9. Você está recebendo este termo onde constam o telefone e o endereço eletrônico da pesquisadora e de sua orientadora, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e a participação do seu filho(a) ou adolescente pelo qual você é responsável, agora ou a qualquer momento.
10. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelos pesquisadores e a outra será fornecida a você.

Elenice Felimberti Gonzatto
Pesquisadora
Mestranda do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
E-mail: elenicegonzatto@gmail.com
Telefone/Whatsapp: (55) 999140409

Tania Denise Miskinis Salgado
Pesquisadora responsável pelo projeto
Orientadora do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
E-mail: tania.salgado@ufrgs.br
Telefone/Whatsapp: (51) 999794198

Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS:
e-mail: etica@propesq.ufrgs.br
Telefone: (51) 3308- 3738

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios da participação meu filho(a) ou adolescente pelo qual sou responsável e concordo que ele participe. O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS.

Local e data

Assinatura do(a) responsável

Nome por extenso

APÊNDICE D - Questionário Inicial para Coleta de Dados

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL – PROFQUI

QUESTIONÁRIO INICIAL PARA COLETA DE DADOS

Caro aluno, ao cumprimentá-lo (a), gostaria de coletar algumas informações ao seu respeito, para que possamos realizar um bom trabalho juntos. Para isso, preciso que você preencha este breve questionário e que seja sincero em suas respostas, pois elas são muito importantes para o meu trabalho!

Nome: _____

Turma: _____

Idade: _____

Sexo: () Masculino () Feminino

1. Você trabalha em alguma atividade remunerada?

() Não () Sim. Qual atividade exerce? _____

2. Você gostaria de fazer algum curso de nível Técnico ou Superior?

() Sim () Não

Em caso afirmativo, já decidiu qual seria?

3. Você considera importante a disciplina de Química no seu currículo escolar?

() Sim () Não

4. Você aplica os conhecimentos químicos aprendidos em sala de aula no seu cotidiano?

() Sim () Não

Se sim, de que forma?

5. O desenvolvimento dos conteúdos de Química por meio de uma temática, relacionando o conteúdo com situações da vivência cotidiana, melhora a aprendizagem dos conceitos químicos, se comparado à forma tradicional de se trabalhar?

() Sim () Não () Somente um pouco

Justifique sua resposta:

Muito obrigado pela sua colaboração!
Elenice Felimberti Gonzatto

APÊNDICE E - Questionário Geral Inicial

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE MESTRADOPROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONALPROFQUI

QUESTIONÁRIO GERAL INICIAL

Caro aluno gostaria de sua colaboração para responder a este questionário que faz parte da pesquisa para a realização da Oficina Temática “O uso da radiação na medicina: Raios-X e Radioterapia”. Responda as questões segundo seu conhecimento. As informações prestadas serão muito úteis para a organização das atividades e usadas somente para fins de ensino e pesquisa. Salientamos que nenhum dado será divulgado sem sua autorização. Agradecemos, desde já, pela cooperação!

Pesquisadora: Elenice Felimberti Gonzatto (elenicegonzatto@gmail.com)

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Tania Denise Miskinis Salgado

NOME: _____

1. Para você o que é radiação?

2. Em quais situações do cotidiano você percebe a presença da radiação?

3. Qual o teu posicionamento acerca da presença da radiação na vida das pessoas?

() São boas () Trazem malefícios () As duas situações são possíveis

Explique: _____

4. A radiação pode ser usada para o diagnóstico e tratamento de doenças?

() Sim () Não

5. Já ouviu falar em Radioatividade?

() Sim () Não

Em caso afirmativo, em quais situações a Radioatividade está presente em nossa sociedade?

6. Você já realizou exame utilizando a técnica de Raios-X?

() Sim () Não

7. Sabe como esse exame é feito? () Sim () Não

8. Você conhece alguém que já tenha feito um tratamento com Radioterapia?

() Sim () Não

9. Tem informações sobre como o tratamento com Radioterapia funciona?

() Sim () Não

APÊNDICE F - Questionário Geral Final
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL –
PROFQUI
QUESTIONÁRIO GERAL FINAL

Caro aluno, este questionário tem como objetivo sistematizar os conhecimentos construídos durante a realização da Oficina Temática “O uso da radiação na medicina: Raios-X e Radioterapia”. Sua colaboração ao responder estas questões é muito importante para a conclusão das atividades!

Pesquisadora: Elenice Felimberti Gonzatto

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Tania Denise Miskinis Salgado

NOME: _____

1. Você gostou das atividades realizadas na Oficina Temática “O uso da radiação na medicina: Radiologia e Radioterapia”?

() Sim () Não. Por quê? _____

2. A forma como o conteúdo de Radiações e Radioatividade foi trabalhado na Oficina Temática, relacionando o conteúdo com situações da vivência cotidiana, modificou o seu conceito inicial a respeito da importância do estudo da Química?

() Sim () Não. Por quê? _____

3. Após a realização da Oficina Temática como você explica o que é a radiação?

4. Em quais situações do teu cotidiano você percebe a presença da radiação?

5. Explique o que é Radioatividade:

6. Escreva algumas aplicações da Radioatividade na sociedade:

7. A radiação pode ser usada para o diagnóstico e tratamento de doenças?

() Sim () Não. Em caso afirmativo, explique de que forma:

8. Explique, brevemente, porque os “Raios-X” podem ser utilizados para a realização de exames para o diagnóstico de doenças:

9. Em que consiste o tratamento com o uso da Radioterapia para doenças como o câncer, por exemplo? _____

10. Após o desenvolvimento de nossa “Oficina Temática”, qual o seu posicionamento acerca da presença da radiação na vida das pessoas? Em quais situações ela é benéfica? Em quais situações ela pode trazer malefícios?

Muito obrigado pela sua colaboração! Elenice Felimberti Gonzatto

APÊNDICE G - PRODUTO EDUCACIONAL

OFICINA TEMÁTICA
O USO DA RADIAÇÃO NA MEDICINA:
RAIOS-X E RADIOTERAPIA

Elenice Felimberti Gonzatto

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Tania Denise Miskinis Salgado

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL – PROFQUI

PRODUTO EDUCACIONAL

OFICINA TEMÁTICA
O USO DA RADIAÇÃO NA MEDICINA:
RAIOS-X E RADIOTERAPIA

AUTORA: ELENICE FELIMBERTI GONZATTO
ORIENTADORA: Prof^ª. Dr^ª. TANIA DENISE MISKINIS SALGADO

Porto Alegre

2020

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	04
OFICINA TEMÁTICA “O USO DA RADIAÇÃO NA MEDICINA: RAIOS-X E RADIOTERAPIA”	07
INTRODUÇÃO.....	08
1º MOMENTO PEDAGÓGICO – PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL.....	10
2º MOMENTO PEDAGÓGICO – ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO PARTE I: RAIOS-X.....	13
2º MOMENTO PEDAGÓGICO – ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO PARTE II: RADIOATIVIDADE.....	23
3º MOMENTO PEDAGÓGICO – APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO.....	29
SUGESTÃO DE MATERIAL DE APOIO.....	34
REFERÊNCIAS.....	37
APÊNDICE A – Texto 1: Aplicações da Radioatividade na Medicina.....	39
APÊNDICE B – Texto 2: Radioatividade.....	40
APÊNDICE C – Texto 3: Histórico da descoberta da Radioatividade.....	43
APÊNDICE D – Texto 4: Tempo de meia-vida dos elementos radioativos.....	46

APRESENTAÇÃO

Um dos grandes desafios da atualidade no ensino de Química constitui-se em proporcionar aos estudantes a construção de um conhecimento químico sólido, de modo que estes consigam aplicar os conceitos científicos estudados em sala de aula no seu cotidiano. Favorecendo, dessa forma, a formação para a cidadania e instrumentalizando os discentes para solucionar os desafios resultantes das constantes transformações científicas e tecnológicas que marcam a sociedade contemporânea.

De acordo com autores que tratam sobre o ensino de Química (CHASSOT, 1990; MALDANER, 2003; MORTIMER; SCOTT, 2014; SANTOS; SCHNETZLER, 2003), o caminho para essa realidade se efetivar aponta para a perspectiva da contextualização do ensino. Contextualizar os conhecimentos químicos consiste em partir de temáticas relacionadas com a vivência dos estudantes, as quais façam parte do seu cotidiano, do seu mundo sociocultural e que emerjam do interesse dos mesmos.

A teoria de aprendizagem Histórico-Cultural de Vygotsky (MOREIRA, 1999; REGO, 1995), a qual serviu como referencial para este trabalho, postula que a aprendizagem ocorre nas interações sociais mediadas por pessoas mais experientes da cultura, como o professor, num processo de internalização dos conceitos, por meio dos instrumentos e signos, sendo a linguagem o mais importante deles. Com relação à formação dos conceitos, Vygotsky coloca que há uma interlocução de saberes entre os conceitos cotidianos e os conceitos científicos, onde ambos se influenciam mutuamente. Segundo esta teoria, para que ocorra a construção do conhecimento por parte do estudante, o professor deve partir do nível de desenvolvimento real, ou seja, aquilo que o sujeito já sabe, e chegar ao nível de desenvolvimento proximal, incidindo, assim, na Zona de Desenvolvimento Proximal do educando.

Nesse sentido, a perspectiva curricular de ensino baseada na abordagem temática apresenta-se como uma possibilidade de promover a contextualização no ensino de Química, através da problematização de temas que emergem da vivência dos estudantes. Sendo que uma proposta metodológica que se apresenta viável nesse contexto refere-se ao trabalho com Oficinas Temáticas (OT).

Segundo Marcondes (2008), a Oficina Temática configura-se como uma proposição metodológica que procura tratar os conhecimentos científicos de forma inter-relacionada e contextualizada, envolvendo os estudantes em um processo ativo de construção do seu próprio conhecimento e de reflexão que possa contribuir para a tomada de decisões. As Oficinas Temáticas podem ser estruturadas em três Momentos Pedagógicos (MP), conforme proposto

por Delizoicov e Angotti (1992), os quais são: 1ºMP - Problematização inicial; 2ºMP - Organização do conhecimento e 3ºMP - Aplicação do conhecimento.

Com o intuito de trabalhar os conceitos sobre Radiações e Radioatividade no Ensino Médio, na perspectiva da contextualização e sob o enfoque da abordagem temática, foi elaborada pela autora uma Oficina Temática intitulada "**O uso da radiação na medicina: Raios-X e Radioterapia**" a qual foi organizada com base na metodologia dos três momentos pedagógicos. Nela foram organizadas atividades com o objetivo de trabalhar a temática Radiações/Radioatividade aplicada à medicina, em especial sobre o diagnóstico de doenças por meio de exames de Raios-X e sobre o tratamento do câncer através da Radioterapia.

A dissertação completa que deu origem à Oficina Temática e a este material didático se encontra disponível no Repositório Digital da UFRGS (LUME) e pode ser acessada por uma pesquisa simples buscando pelo nome da autora. Na dissertação encontra-se toda a fundamentação teórica que embasou o trabalho, bem como os resultados da aplicação da OT para uma turma de estudantes do ensino médio de uma escola pública.

No presente material que compõe o Produto Educacional desenvolvido pela autora no Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI, estão sendo disponibilizadas as atividades que fizeram parte da referida OT, bem como todas as informações necessárias sobre os materiais utilizados e suas respectivas fontes de consulta, além de sugestões de material de apoio.

Este material destina-se aos professores que desejam trabalhar com a relevante temática Radiações e Radioatividade em sala de aula, tanto no ensino fundamental quanto no ensino médio, em consonância com o que vem sendo preconizado nos documentos legais, como a BNCC (BRASIL, 2017), por exemplo. Cabe ressaltar, ainda, que esta OT pode apresentar-se como uma opção de atividade para fazer parte dos itinerários formativos, previstos pela Lei nº 13.415/2017, mais conhecida como Lei da Reforma do Ensino Médio (BRASIL, 2017). Em especial, para os estudantes que desejam seguir uma profissão na área da saúde, como medicina, enfermagem ou mesmo um curso técnico em Radiologia, visto que contempla aspectos relacionados com a realização de exames de Raios-X para o diagnóstico de doenças e sobre o tratamento para o câncer, por meio da Radioterapia. Além disso, pode também contribuir com conhecimentos para os estudantes que se interessam pela área da Química, com um enfoque voltado para as aplicações tecnológicas das Radiações e da Radioatividade, estudos sobre energia nuclear, entre outros que estejam relacionados com a referida temática.

A Oficina Temática apresenta a duração de 12 períodos de aula e se encontra estruturada da seguinte forma:

- **1º MP – Problematização Inicial (02 períodos)** - questionário inicial com o objetivo de conhecer as concepções iniciais dos estudantes a respeito do uso da radiação para diagnóstico e tratamento de doenças e realização de uma Simulação do Laboratório Virtual da USP sobre Raios-X;

- **2º MP – Organização do Conhecimento (08 períodos)** - dividido em duas partes:

Parte I (04 períodos) - conhecimentos relacionados à radiação do tipo Raios-X e como são realizados os exames para o diagnóstico de doenças que utilizam este tipo de radiação;

Parte II (04 períodos) - conhecimentos relacionados à Radioatividade e como as radiações alfa, beta e gama podem ser utilizadas no tratamento do câncer através da Radioterapia;

- **3º MP – Aplicação do Conhecimento (02 períodos)** - os estudantes são orientados a se organizar em grupos e escolher um subtema dentro da temática geral “Radiações e Radioatividade”. Sobre o assunto escolhido, deve ser organizada uma pequena oficina ou minicurso a ser ministrado para estudantes de outras turmas da escola, os quais podem ser realizados no contraturno das aulas. Estes minicursos podem, inclusive, ser apresentados pelos discentes em Feiras de Ciências, caso estas sejam realizadas na escola.

A Oficina Temática "**O uso da radiação na medicina: Raios-X e Radioterapia**" emerge como uma proposta de abordagem diferenciada, na perspectiva da contextualização, com temas ligados à realidade dos estudantes e que rompe com a metodologia tradicional de ensino. Trata-se de um material didático alternativo com atividades instigantes e informações confiáveis, visto que, para além dos livros didáticos, há muito pouco material disponível que aborde a referida temática para ser utilizado pelo professor em sala de aula.

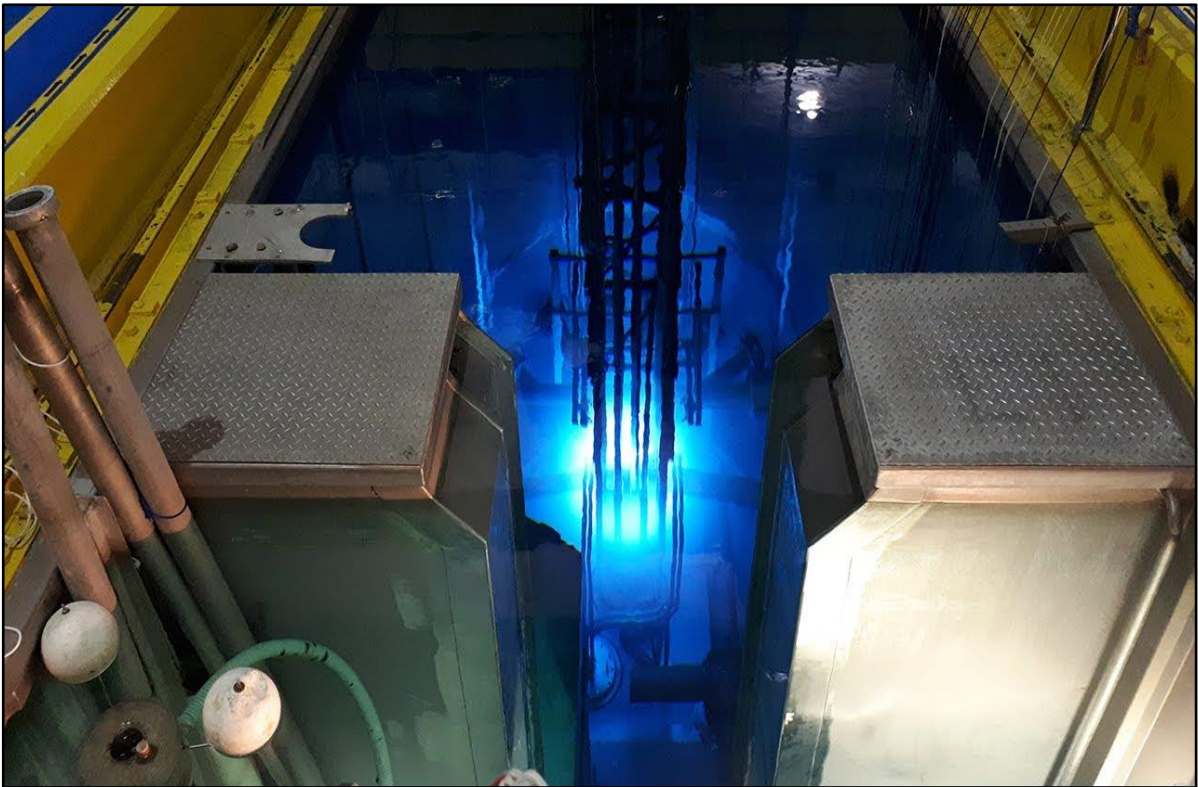
Esperamos que esta OT forneça subsídios que auxiliem os professores na nobre missão de ensinar Química!

Elenice Felimberti Gonzatto
Autora

OFICINA TEMÁTICA

O uso da Radiação na Medicina: Raios-X e Radioterapia

Figura 1: Saguão da Piscina onde se localiza o Reator Nuclear da USP ¹



Fonte: IPEN

¹ Figura 1. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=Px-wrOBfDMs->>. Acesso em: 25 jun. 2019.

INTRODUÇÃO

A descoberta da Radioatividade no final do século XIX representou um avanço importantíssimo para a Ciência e possibilitou ao ser humano fazer uso dessa nova descoberta científica e tecnológica em vários campos da sociedade.

Os estudos sobre o intrigante fenômeno da radiação ganharam espaço com a descoberta dos Raios-X por Wilhelm Conrad Röntgen em 1895. No próximo ano, em 1896, Antoine-Henri Becquerel trabalhando com sais de Urânio descobriu que esses emitiam um tipo de radiação capaz de impressionar chapas fotográficas. Pouco tempo depois, por volta de 1898, o Casal Curie (Marie e Pierre Curie), pesquisando os “raios de Becquerel”, descobriram os elementos radioativos Polônio e Rádio, modificando completamente a nova Ciência, a qual foi chamada de Radioatividade por Marie Curie. (CHASSOT, 1995).

O surgimento da Física Quântica com Max Planck em 1900, a explicação do efeito fotoelétrico por Albert Einstein em 1905, juntamente com a elucidação da estrutura do átomo por Ernest Rutherford em 1911, modelo este aprimorado por Niels Böhr em 1913, foram fatos que possibilitaram um conhecimento mais aprofundado sobre a natureza das Radiações.

A Radioatividade é um fenômeno em que um núcleo atômico instável emite espontaneamente determinadas entidades (partículas ou ondas), genericamente chamadas de **Radiações**, transformando-se em outro núcleo mais estável. Esse fenômeno deve-se unicamente ao núcleo do átomo. (ATKINS; JONES, 2006).

Infelizmente a maioria das pessoas costuma relacionar a Radioatividade com situações ruins, tais como: acidentes, catástrofes, doenças, etc. Estes fatos se devem, em parte, ao uso dos elementos químicos radioativos na produção de bombas atômicas, como as lançadas sobre o Japão durante a Segunda Guerra Mundial. E também pelos acidentes nucleares, como os ocorridos em Chernobyl (Ucrânia, 1986), Fukushima (Japão, 2011) e aqui no Brasil, em Goiânia no ano de 1987, com a cápsula de Césio-137.

No entanto, o que muitas pessoas desconhecem é que a radiação possui inúmeras aplicações em benefício da sociedade, especialmente na área da medicina, onde é utilizada para fins diagnósticos e terapêuticos.

Nesta Oficina Temática conheceremos algumas dessas aplicações, como a radiação do tipo Raios-X e a Radioterapia.

A Radiologia é uma área da medicina que faz uso da radiação eletromagnética na forma de Raios-X em exames para o diagnóstico de doenças como fratura nos ossos e doenças pulmonares.

A Radioterapia consiste no uso da radiação ionizante para tratamento de tumores malignos. Ela pode ser feita de duas formas: a Teleterapia (com o uso da radiação gama, por exemplo) e a Braquiterapia, a qual faz uso de substâncias radioativas como os Radioisótopos Samário-153 e Irídio-192 (emissores de radiação alfa e beta), entre outros.

No Brasil, alguns radioisótopos utilizados para o tratamento de tumores são produzidos no reator nuclear da USP, localizado no IPEN- Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, em São Paulo.

1º MOMENTO PEDAGÓGICO: PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL

1ª ATIVIDADE

Tempo estimado: 01 período

Objetivo Geral:

• Analisar as concepções iniciais dos estudantes acerca dos conceitos a serem trabalhados na Oficina Temática.

Objetivos Específicos:

- Conhecer as concepções iniciais dos estudantes sobre Radiação e Radioatividade e seus usos na área da medicina;
- Incentivar a pesquisa sobre o conteúdo de Radiação e Radioatividade e a utilização das mesmas na área da medicina.

Questionário Inicial:

1. Para você o que é radiação?
2. Em quais situações do cotidiano você percebe a presença da radiação?
3. Qual o teu posicionamento acerca da presença da radiação na vida das pessoas?
() São boas () Trazem malefícios () As duas situações são possíveis

Explique:

4. A radiação pode ser usada para o diagnóstico e tratamento de doenças?
() Sim () Não
 5. Já ouviu falar em Radioatividade?
() Sim () Não
- Em caso afirmativo, em quais situações a Radioatividade está presente em nossa sociedade?
6. Você já realizou exame utilizando a técnica de Raios-X?
() Sim () Não
 7. Sabe como esse exame é feito? () Sim () Não
 8. Você conhece alguém que já tenha feito um tratamento com Radioterapia?
() Sim () Não
 9. Tem informações sobre como o tratamento com Radioterapia funciona?
() Sim () Não

2ª ATIVIDADE

Tempo estimado: 01 período

Objetivo Geral:

- Introduzir o estudo sobre radiação, em especial a radiação do tipo Raios-X.

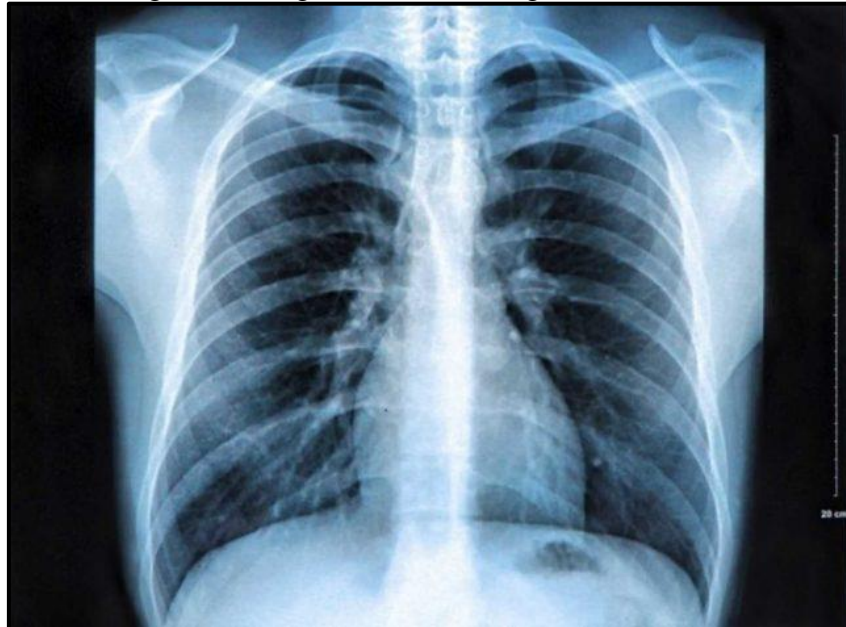
Objetivos Específicos:

- Problematizar o tema a ser trabalhado com os estudantes por meio da observação de imagens de radiografias e questionamentos;
- Realizar uma Simulação sobre Raios-X do Laboratório Virtual da USP.

Questões:

1. Você já viu a figura abaixo?

Figura 2: Imagem de uma radiografia de tórax.²



Fonte: *YouTube*

2. O que ela representa para você?
3. Você já realizou um exame do tipo Raios-X?
4. Sabe como é feito um exame que utiliza radiação do tipo Raios-X?

² Figura 2: Disponível em: <<https://diagrad.com.br/noticias/raio-x-da-coluna-vertebral/>>. Acesso em: 25 jun. 2019.

O uso da Radiação do tipo Raios-X na Medicina.

Provavelmente você já realizou um exame de Raios-X. Ou, pelo menos, conhece alguém que já fez. Então, nesta aula vamos aprofundar o nosso conhecimento sobre a radiação do tipo Raios-X, a qual é utilizada por uma especialidade médica chamada Radiologia para a realização de exames para o diagnóstico de doenças, entre elas, fraturas nos ossos e doenças pulmonares.

Para iniciarmos o nosso trabalho vamos acompanhar uma Simulação sobre os Raios-X, produzida pelo LabVirt da USP.

Disponível em: <http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_raiox.htm>.

Acesso em: 02 ago. 2019.

Figura 3: Simulação sobre Raios-X³.



Fonte: Labvirt - USP

Sugestão: Leitura da Reportagem “Radiografia: Como é feita? Para que serve? Quais são suas vantagens? E as desvantagens?” Disponível em:<<https://www.abc.med.br/p/exames-e-procedimentos/347409/radiografia+como+e+feita+para+que+serve+quais+sao+as+vantagens+e+as+desvantagens+medicas.htm>>. Acesso em: 02 jul. 2019.

³ Figura 3: Disponível em: <http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_raiox.htm>. Acesso em: 02 ago. 2019.

2º MOMENTO PEDAGÓGICO: ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

PARTE I: RAIOS-X

1ª ATIVIDADE

Tempo estimado: 02 períodos

Objetivo Geral:

- Aprofundar os conhecimentos sobre radiação, em especial do tipo Raios-X.

Objetivos Específicos:

- Conhecer o histórico da descoberta dos Raios-X;
- Conceituar a radiação do tipo Raios-X;
- Entender a origem da radiação do tipo Raios-X, através do estudo do modelo atômico de Rutherford/Böhr.

UM POUCO DA HISTÓRIA!!!



Figura 4: Wilhelm Conrad Röntgen⁴

- 1895 - Wilhelm Conrad Röntgen: descobriu os Raios-X.

⁴ Figura 4: Disponível em: <<http://scih.org/wilhelm-conrad-roentgen-diagnostic-radiology/>>.

Acesso em: 02 ago. 2019.

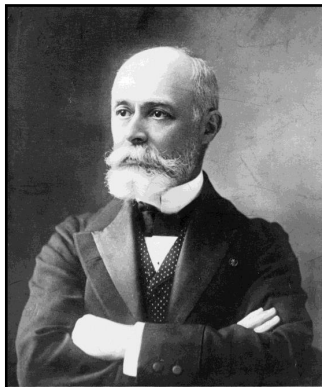


Figura 5: Antoine Henri Becquerel⁵

- 1896- Antoine Henri Becquerel: descobriu que os sais de Urânio emitiam um tipo de radiação, o qual mais tarde receberia o nome de Radioatividade.

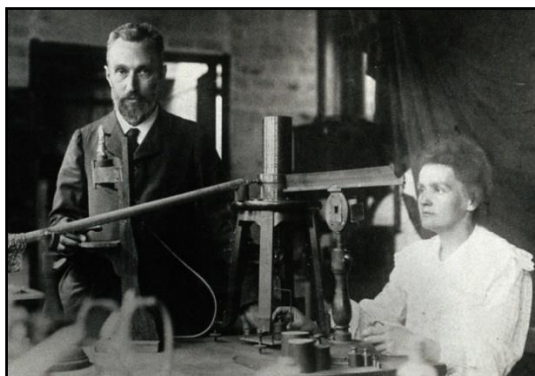


Figura 6: Marie e Pierre Curie⁶

- 1898 – O casal de cientistas Curie (Marie e Pierre Curie), descobrem os elementos radioativos Polônio e Rádio, modificando completamente a nova Ciência da Radioatividade, a qual foi batizada por Marie Curie.

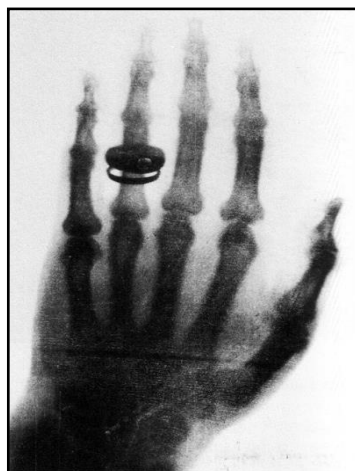
⁵ Figura 5: Disponível em: <<https://pt.sodiummedia.com/3936336-henri-becquerel-french-physicist-biography-discoveries>>. Acesso em: 02 ago. 2019.

⁶ Figura 6: Disponível em: <<https://super.abril.com.br/historia/o-casal-curie/>>. Acesso em: 02 ago. 2019.

COMO FORAM DESCOBERTOS OS RAIOS-X?

Os Raios-X foram descobertos por Wilhelm Conrad Röntgen, no final de 1895, ao realizar experimentos com um tubo de raios catódicos (feixe de elétrons), chamado Ampola de Crookes. Röntgen espantou o mundo ao anunciar a descoberta de “um novo tipo de raio” e demonstrar que com esses raios se podia “ver dentro do corpo humano, sem precisar abri-lo”. Por serem desconhecidos, o cientista batizou os novos raios de Raios-X. Poucos meses após sua descoberta, os Raios-X já eram utilizados por médicos de várias partes do mundo para visualização dos ossos do corpo humano. Por isso, Röntgen ficou conhecido como o “Pai da Radiologia Médica”.

Figura 7: Primeira Radiografia realizada no mundo. ⁷



Fonte: QNEsc.

SUGESTÃO:

Textos Complementares:

- 1) Artigo “Raios-X e a Radioatividade” de Attico Chassot - Revista Química Nova na Escola, n. 02 de Novembro de 1995 (p. 19-22);
- 1) Texto: Histórico da descoberta da Radioatividade (Apêndice C).

Vídeo Complementar:

- **Documentário:** “A Saga do Prêmio Nobel - Gênios da Radiologia” (*You Tube*).

⁷ Figura 7: Disponível em: Revista Química Nova na Escola, n. 02, p. 19, novembro de 1995.

O QUE SÃO OS RAIOS-X?

- » Raios-X são um tipo de radiação, semelhantes à luz visível, porém com maior energia;
- » São ondas eletromagnéticas (com comprimento de onda na ordem de 10^{-10} m e frequência de 10^{18} Hz);
- » São emitidos pela coroa eletrônica dos átomos e não por seu núcleo;
- » Raios-X, têm, portanto, origem extranuclear.

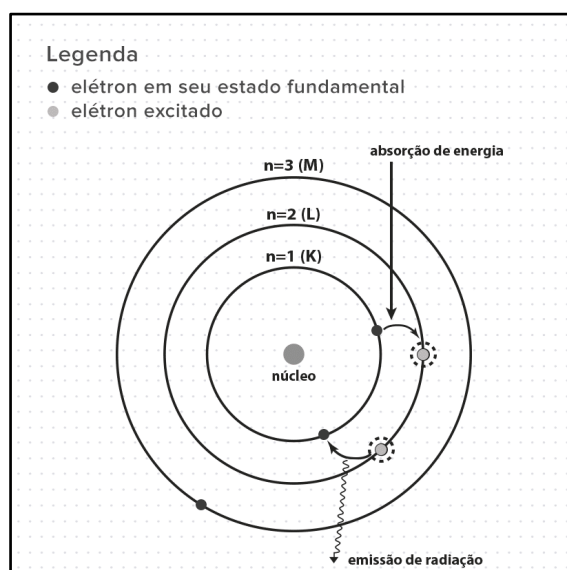
ORIGEM DA RADIAÇÃO DO TIPO RAIOS-X

Para explicarmos a origem da radiação na forma de Raios-X precisamos revisitar os pressupostos do Modelo Atômico de Niels Böhr (1913). Em seu modelo, baseado no espectro do átomo de Hidrogênio, Böhr consegue explicar o fenômeno da emissão de luz pelos átomos e também de outros tipos de radiação (como os Raios-X).

De acordo com os postulados de Böhr, a emissão de radiação luminosa (luz) e outras formas de radiação são explicadas pelos saltos quânticos dos elétrons entre diferentes órbitas que constituem a coroa eletrônica do átomo.

Segundo ele, ao receber energia, os elétrons saltam para os níveis mais energéticos e ao retornar aos níveis energéticos de origem, há liberação de energia, na forma de radiação luminosa ou outro tipo de radiação. (CHOPPIN *et. al.*, 2013).

Figura 8: Modelo atômico de Böhr ⁸.



Fonte: TodoEstudo

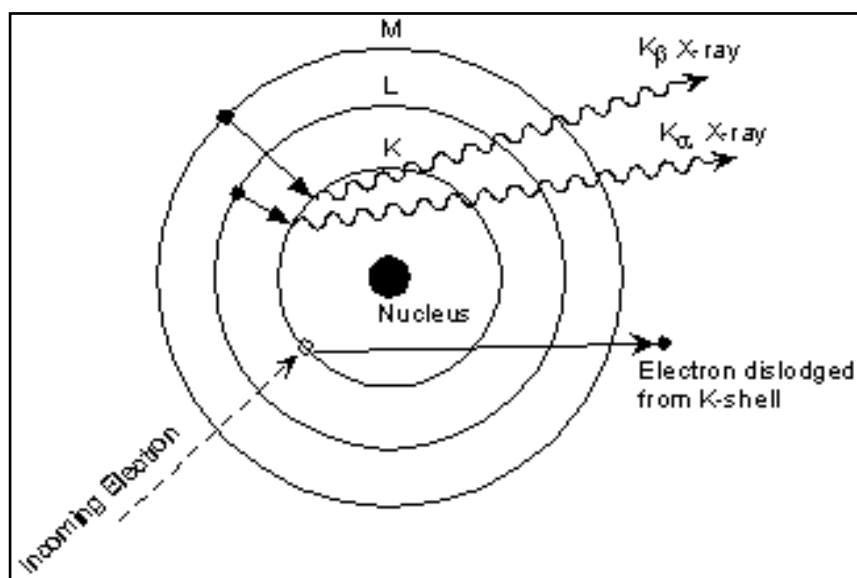
⁸ Figura 8: Disponível em: <<https://www.todoestudo.com.br/quimica/modelo-atomico-de-bohr>>. Acesso em: 03 ago. 2019.

Com relação especificamente à origem da radiação do tipo Raios-X, pode-se explicar o processo da seguinte forma: o aparelho de radiografia possui em seu interior uma fonte primária de elétrons, constituída por um metal que se ioniza facilmente pela aplicação de uma diferença de potencial. Quando o aparelho começa a funcionar, ele aplica certa energia nesse metal, o qual libera elétrons com uma determinada energia, que são acelerados em direção a um alvo (preferencialmente de Molibdênio ou Tungstênio).

Os elétrons acelerados, provenientes do metal, ao se chocarem contra o alvo, deslocam elétrons internos dos átomos desse alvo (elétrons que estão nos níveis de energia mais baixos, camada K, por exemplo). Esses elétrons são arrancados, e elétrons de níveis mais altos (camada L ou M) deslocam-se para ocupar o lugar dos elétrons arrancados. A diferença entre os níveis de energia inicial e final é então emitida na forma de radiação eletromagnética de alta energia, os chamados Raios-X. Esta radiação, que tem valor de energia bem definido para cada material do alvo, é denominada Raios-X característico deste material.

A Figura 9 mostra o mecanismo de emissão dos Raios-X por um alvo de Molibdênio.

Figura 9: Emissão de Raios-X por um alvo de Molibdênio.⁹



Fonte: Carvalho e Oliveira (2017, p. 24).

⁹ Figura 9: Disponível em: <<http://portal.sbpcnet.org.br/livro/energianuclearnaude.pdf>>. Acesso em: 19 ago. 2019.



2ª ATIVIDADE

Tempo estimado: 01 período

Objetivo Geral:

- Compreender o que é radiação e conhecer os tipos de radiações existentes.

Objetivos Específicos:

- Conceituar radiação;
- Conhecer os tipos de radiações existentes;
- Identificar as radiações eletromagnéticas que compõe o Espectro Eletromagnético, em especial os Raios-X;
- Diferenciar radiações ionizantes e radiações não ionizantes.

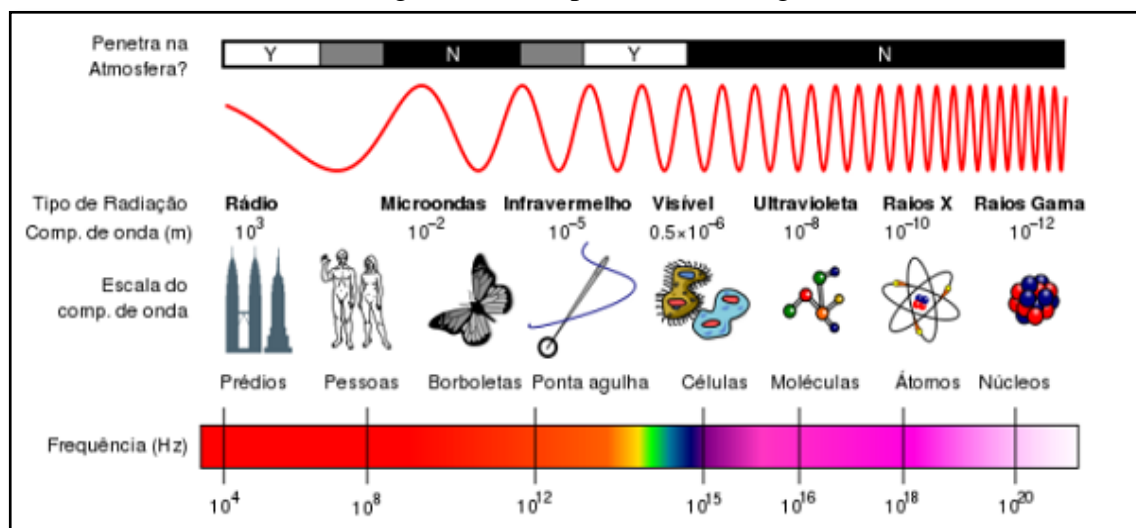
PARA ENTENDERMOS MELHOR A NATUREZA DOS RAIOS-X PRECISAMOS SABER O QUE É RADIAÇÃO E OS TIPOS DE RADIAÇÃO EXISTENTES

» **RADIAÇÃO:** são ondas eletromagnéticas ou partículas que se propagam com uma determinada velocidade. Contém energia, carga elétrica e possuem campo magnético. Podem ser geradas por fontes naturais ou por dispositivos construídos pelo homem. Possuem energia variável desde valores pequenos até muito elevados.

Nossa maior fonte de radiação natural é o SOL. Estamos em contato diariamente com vários tipos de radiação, como as radiações eletromagnéticas e as radiações particuladas.

As **Radiações eletromagnéticas** mais conhecidas são: luz, micro-ondas, ondas de rádio, radar, laser, Raios-X e radiação gama. As **Radiações sob a forma de partículas**, com massa, carga elétrica e carga magnética mais comuns são: radiação alfa, radiação beta, feixes de elétrons e feixes de prótons.

Figura 10: O Espectro Eletromagnético ¹⁰



Fonte: Khan Academy

Como podemos ver na figura acima, o espectro visível – ou seja, a luz que podemos enxergar com nossos olhos – compõe apenas uma pequena fração dos diferentes tipos de radiação que existem. À esquerda do espectro visível, encontramos os tipos de energia de frequência mais baixa (e, portanto, de maior comprimento de onda) que a luz visível. Esses tipos de energia incluem a radiação infravermelha (IV), que são ondas de calor emitidas por corpos térmicos, as micro-ondas e as ondas de rádio. Esses tipos de radiação estão constantemente ao nosso redor e não são prejudiciais, pois suas frequências são muito baixas.

À direita do espectro visível, temos os raios ultravioletas (UV), os Raios-X e os raios gama. Esses tipos de radiação são prejudiciais para os organismos vivos, devido às suas frequências extremamente altas (e, conseqüentemente, altas energias). É por isso que passamos protetor solar na praia (para bloquear os raios UV do sol). E é por isso também que o radiologista coloca protetores de chumbo em nós quando vamos realizar um exame, para evitar que os Raios-X penetrem em qualquer lugar diferente da área do nosso corpo que está sendo examinada. Os raios gama, de maior frequência e energia, são os mais prejudiciais. Mas seu uso pode ser benéfico, como por exemplo, na medicina, onde é utilizado para o tratamento de tumores malignos através da Radioterapia.

Figura 10: Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Espectro_Eletromagn%C3%A9tico.png>. Acesso em: 29 jul. 2019.

RADIAÇÕES IONIZANTES: possuem energia suficiente para ionizar átomos e moléculas. São aquelas que se localizam à direita do espectro visível.

RADIAÇÕES NÃO IONIZANTES: não provocam ionização, apenas fornecem energia para os átomos e moléculas. Como resultado da incidência de radiação não ionizante em materiais, temos a produção de átomos em estados excitados. São aquelas que se localizam a esquerda do espectro visível.

OBS.: Utilizar uma figura do Espectro Eletromagnético que traga identificadas as radiações ionizantes e não ionizantes para mostrar para os estudantes.



3ª ATIVIDADE

Tempo estimado: 01 período

Objetivo Geral:

- Compreender a utilização da radiação do tipo Raios-X em exames de Radiologia.

Objetivos Específicos:

- Conhecer o princípio de funcionamento dos Aparelhos de Raios-X;
- Compreender como os Raios-X são utilizados em exames de Radiologia;
- Interagir com um profissional da área de Radiologia com a finalidade de conhecer melhor essa profissão.

QUAL O PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DOS APARELHOS DE RAIOS-X?

Os Raios-X são emitidos na frenagem brusca de elétrons colocados em movimento em uma máquina aceleradora, no caso o aparelho de radiografia. Para realizar o exame a pessoa é posicionada em uma maca ou fica de pé, com a região a ser analisada na mira da máquina. Esse aparelho de radiografia emite um feixe de elétrons que atravessa o corpo com maior ou menor dificuldade, dependendo da densidade da área. Eles atravessam facilmente materiais constituídos de elementos mais leves, tais como o Carbono, o Hidrogênio e o Oxigênio, principais constituintes da pele, dos músculos e da carne. Por outro lado, são barrados por elementos mais pesados, como o Cálcio, presente nos ossos.

Os ossos, por serem mais densos, absorverão a maior parte da radiação. Com isso, eles ficarão marcados no filme como uma “sombra” branca. Quanto mais branco, mais denso. Já, os tecidos que são menos densos irão absorver menos a radiação.

IMPORTANTE SABER!!!

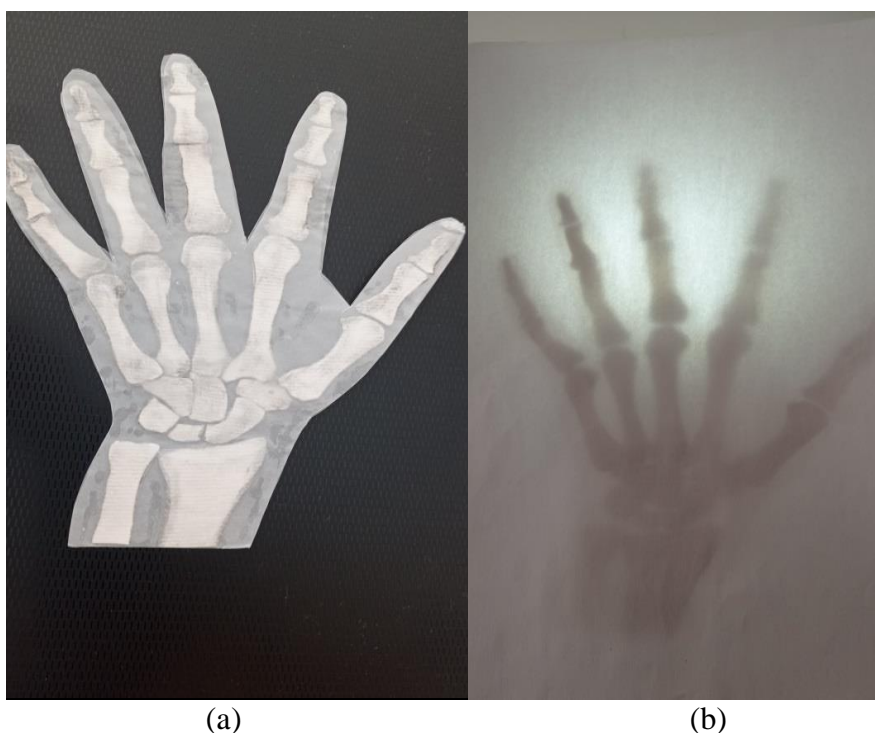
- Os aparelhos de Raios-X não emitem radiação quando não estão em uso;
- Os Raios-X não são capazes de contaminar;
- As pessoas ficam expostas aos Raios-X apenas durante a sua realização, mas não “guardam” radiação consigo quando o processo termina. Seu comportamento, neste aspecto, é como o da luz visível;
- Não há geração de resíduos radioativos neste processo.

ATIVIDADES:

- Trabalhar com os estudantes sobre o experimento da Analogia dos Raios-X adaptado do Programa PIBID (COUSSIRAT; SALGADO, 2018), mostrando como um exemplo a imagem de uma mão.

OBS: Para esta atividade o professor deve confeccionar em papelão ou outro material firme uma imagem que represente o esqueleto da mão e colocá-la entre duas folhas de papel A4 regular, projetando um feixe de luz intenso, como o do Datashow, por exemplo, sobre uma das faces das folhas e observando o papel pela outra face. Ao fazer esse feixe de luz visível atravessar o “sanduíche” de folhas de papel, tem-se uma simulação da incidência da radiação do tipo Raios-X pelo aparelho de radiografia, conforme mostra a figura 11.

Figura 11- a) Imagem do esqueleto da mão, confeccionado em material firme. b) Analogia de uma radiografia da mão.



Fonte: A Autora

- Pedir para os estudantes levarem na aula (quem tiver) uma radiografia para ser observada;
- Realizar uma palestra (conversa) com um profissional da área da Radiologia, enfocando aspectos como: para que serve o exame de Raios-X, como ele é feito, quais os cuidados a serem tomados pelo paciente e pelo profissional, como é o mercado de trabalho nesta área, etc.

AValiação:

- Solicitar aos estudantes um resumo contendo as principais informações trabalhadas sobre os Raios-X;
- Solicitar aos estudantes um relatório sobre a palestra ministrada pelo profissional em Radiologia.

2º MOMENTO PEDAGÓGICO: ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

PARTE II: RADIOATIVIDADE



Tempo estimado: 02 períodos

Objetivo Geral:

- Compreender de que forma a Radioatividade pode ser empregada na medicina, em especial para o tratamento do câncer através da Radioterapia.

Objetivos Específicos:

- Conhecer de que forma a Radioatividade pode ser utilizada na área da medicina;
- Entender como a Radioterapia é empregada no tratamento de tumores;
- Diferenciar os tipos de Radioterapia: Braquiterapia e Teleterapia;
- Identificar as principais diferenças entre a Radioterapia e a Quimioterapia.

ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS:

1º Atividade: Leitura e discussão do Texto “*Aplicações da Radioatividade na Medicina*” (Apêndice A) com a turma de estudantes.

OBS.: Este texto foi adaptado pela autora do Texto original “A Medicina Nuclear” publicado na Apostila Educativa Aplicações da Energia Nuclear (CARDOSO, 2012), da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN. p. 36-40.

Disponível em: <http://www.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/educativo/apostila-educativa-aplicacoes.pdf>.

Acesso em: 02 ago. 2019.

2º Atividade: Organizar os estudantes em cinco grupos (ou a critério do professor) e solicitar a leitura dos artigos informativos disponibilizados de acordo com o tema escolhido por cada grupo.

Grupo 1 – Tema: “O que é Radioterapia?”

Artigos para leitura:

» **Artigo 1: Radioterapia – Entrevista.**

Disponível em: <<https://drauziovarella.uol.com.br/entrevistas-2/radioterapia-entrevista/>>. Acesso em: 02 ago. 2019.

» **Artigo 2: Radioterapia.**

Disponível em: <<https://www.infoescola.com/medicina/radioterapia/>>.

Acesso em: 02 ago. 2019.

Grupo 2 – Tema: “Tipos de Radioterapia: Braquiterapia”

Artigos para leitura:

» **Artigo 1: Radioterapia.**

Disponível em: <<https://www.inca.gov.br/tratamento/radioterapia>>.

Acesso em: 02 ago. 2019.

» **Artigo 2: Braquiterapia.**

Disponível em:

<<https://siteantigo.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/fisioterapia/braquiterapia/6875>>.

Acesso em: 02 ago. 2019.

Grupo 3 – Tema: “Tipos de Radioterapia: Teleterapia”

Artigos para leitura:

» **Artigo 1: Radioterapia.**

Disponível em: <<https://www.inca.gov.br/tratamento/radioterapia>>.

Acesso em: 02 ago. 2019.

» **Artigo 2: Radioterapia – Teleterapia**

Disponível em: <<https://www.infoescola.com/medicina/radioterapia/>>.

Acesso em: 03 ago. 2019.

Grupo 4 – Tema: “Efeitos colaterais da Radioterapia”

Artigos para leitura:

» **Artigo 1: Radioterapia**

Disponível em:

<<https://www.einstein.br/especialidades/oncologia/exames-tratamentos/radioterapia>>.

Acesso em: 03 ago. 2019.

» **Artigo 2: Radioterapia**

Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/doencas/radioterapia.htm>>.

Acesso em: 03 ago. 2019.

Grupo 5 – Tema: “Quimioterapia”

Artigo para leitura:

» Artigo 1: *Quimioterapia*

Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/doencas/quimioterapia.htm>>.

Acesso em: 03 ago. 2019.

3º Atividade: Apresentação de Seminários pelos grupos com a sistematização sobre as informações encontradas nos artigos e exposição dos principais pontos relacionados com o tema pesquisado por cada grupo.

OBS.: Para a apresentação dos Seminários os estudantes podem fazer uso dos programas computacionais *Power Point* ou *Prezi* ou outra forma de apresentação que preferirem.

Sugestão: Assistir com os estudantes o Vídeo “A importância da Medicina Nuclear” – Dr. Drauzio Varella visita o centro do reator nuclear da USP. (Duração: 9:00 min.).

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=WFq1fL6s-rs>>.

Acesso em: 20 jul. 2019.

2ª ATIVIDADE

Tempo estimado: 01 período

Objetivo Geral:

- Compreender o fenômeno da Radioatividade.

Objetivos Específicos:

- Conceituar o fenômeno da Radioatividade;
- Identificar os três principais tipos de Radiações emitidas pelos elementos radioativos: alfa, beta e gama.

ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS:

1º Atividade: **Assistir ao Vídeo:** *“Tudo se Transforma: Energia Nuclear e impacto ambiental – Episódio: Radioatividade”*. (Duração: 8:43 min.).

Disponível em: <<http://research.ccead.puc-rio.br/sites/reas/video/tudo-se-transforma-energia-nuclear-e-impacto-ambiental-radioatividade/>>.

Acesso em: 03 ago. 2019.

OBS.: Assuntos que este vídeo aborda:

- Histórico da descoberta da Radioatividade;
- Conceito de Radioatividade;
- Caracterização das Radiações alfa, beta e gama;
- Conceitos de decaimento radioativo e tempo de meia-vida.

* Realizar a leitura com os estudantes do **Texto “Radioatividade”** (Apêndice B), o qual traz o conceito de radioatividade, apresenta as principais características das radiações alfa, beta e gama, bem como as unidades de medida do Sistema Internacional de Unidades (SI) para a radiação.

* Encaminhar uma pesquisa para os estudantes sobre a biografia de Marie Curie e seus trabalhos sobre a Radioatividade.

* Sugestão de Leitura: Texto “Histórico da descoberta da Radioatividade” (Apêndice C).

2ª Atividade: Trabalhar com os estudantes a Simulação: *“Houve vazamento de material Radioativo. E Agora?”*

Disponível em:

<http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_radioatividade.htm>.

Acesso em: 02 ago. 2019.

OBS.: Nesta Simulação de Química do LabVirt da USP, os estudantes podem interagir e compreender melhor os conceitos trabalhados no vídeo e no texto anteriores, além de desenvolver exercícios a respeito do conteúdo.

Figura 12: Simulação sobre Radioatividade ¹².



Fonte: LabVirt - USP

¹² Figura12 Disponível em: <http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_radioatividade.htm>. Acesso em: 02 ago. 2019

3ª ATIVIDADE

Tempo estimado: 01 período

Objetivo Geral:

- Compreender o conceito de tempo de meia-vida ($t_{1/2}$) ou período de semidesintegração.

Objetivos Específicos:

- Conceituar tempo de meia-vida ($t_{1/2}$) ou período de semidesintegração;
- Construir gráficos de decaimento radioativo;
- Relacionar o tempo de meia-vida dos elementos radioativos com o período de permanência destes no organismo/ambiente.

Atividade:

- Ler a reportagem **“Iodo Radioativo”** com os estudantes para introduzir a discussão sobre o conceito de tempo de meia-vida ($t_{1/2}$) ou período de semidesintegração.

Disponível em: <<https://www.infoescola.com/elementos-quimicos/iodo-radioativo>>

Acesso em: 03 ago. 2019.

- Realizar a leitura e discussão do Texto **“Tempo de meia-vida dos elementos radioativos”** (Apêndice D), o qual traz o conceito de tempo de meia-vida, um exemplo de gráfico de decaimento radioativo e exercícios sobre o tempo de meia-vida de alguns radioisótopos utilizados em procedimentos de Medicina Nuclear.

- Utilizar o **Jogo com Miçangas** (cujo procedimento se encontra detalhado no Apêndice D) adaptado do Programa PIBID (COUSSIRAT; SALGADO, 2018), para trabalhar com os estudantes o conceito de tempo meia-vida dos isótopos Radioativos.

Figura 13: Jogo com Miçangas



Fonte: Autora

3º MOMENTO PEDAGÓGICO: APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO



Tempo estimado: 02 períodos

Objetivo Geral:

- Realizar uma sistematização do conteúdo trabalhado sobre Radiações e Radioatividade.

Objetivos Específicos:

- Avaliar a aprendizagem dos estudantes;
- Identificar os conceitos construídos pelos estudantes e o nível em que se deu esta construção;
- Socializar com estudantes de outras turmas o conhecimento construído sobre a temática e divulgar as aplicações benéficas da radiação na sociedade, em especial na medicina.

ATIVIDADE:

- Organizar os estudantes em grupos e solicitar que cada grupo escolha um subtema dentro da temática geral “Radiações e Radioatividade”. Sobre o tema escolhido cada grupo deverá organizar e ministrar uma pequena oficina ou minicurso para os estudantes das outras turmas da escola do Ensino Médio e/ou Fundamental. As Oficinas poderão ser ministradas no contra turno.
- As pequenas oficinas ou minicursos poderão também ser apresentadas em Feiras de Ciências realizadas pela escola.
- Esta atividade também poderá ser considerada como uma avaliação dos estudantes na disciplina de Química.

SUGESTÃO DE TEMAS PARA OS MINICURSOS A SEREM MINISTRADOS PELOS ESTUDANTES

» A seguir serão apresentadas algumas sugestões de temas sobre os quais os estudantes poderão organizar os minicursos, bem como alguns tópicos que poderão ser abordados dentro de cada tema:

Tema 1: Energia Nuclear

Principais tópicos que podem ser abordados:

- O que é energia nuclear;
- Estrutura e funcionamento de uma usina nuclear;
- Principais países que utilizam a energia nuclear;
- As usinas nucleares brasileiras de Angra dos Reis;
- Principais acidentes em usinas nucleares que ocorreram no mundo.

Sugestão de Vídeo: “*Energia Nuclear em 2 minutos*”

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=OzxiQdmTD58>>.

Acesso em 21 abr. 2020

Tema 2: Bombas Atômicas

Principais tópicos que podem ser abordados:

- Breve histórico da produção das bombas atômicas – Projeto Manhattan;
- Poder de destruição das bombas atômicas;
- Características das bombas atômicas lançadas sobre o Japão durante a Segunda

Guerra Mundial (Little Boy e Fat Man).

Sugestão de Vídeo: “*Como funciona uma bomba atômica*”- *Fatos Responde*

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=zqnFeWCbMcI>>.

Acesso em 21 abr. 2020

Tema 3: Radioterapia

Principais tópicos que podem ser abordados:

- O que é Radioterapia;
- Tipos de Radioterapia: Braquiterapia e Teleterapia;
- Como é feita a Radioterapia;
- Doses de radiação usadas na Radioterapia;

- Efeitos colaterais da Radioterapia.

Sugestão de vídeo: Entrevista sobre o tema “*Radioterapia*” exibida no Programa *Grand Round* – Interativo 2015, coordenado pelo Dr. Prof. James Fleck do Hospital de Clínicas de Porto Alegre/RS. Na entrevista o Dr. James conversa com as médicas Dr^a. Marta Nassif Pereira Lima e Dr^a. Daniela Vargas Barletta, ambas também médicas do Hospital de Clínicas de Porto Alegre/RS.

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=O5kUA_5bpek>.

Acesso em: 21 abr. 2020

Tema 4: Radiação Infravermelha

Principais tópicos que podem ser abordados:

- O que é Radiação Infravermelha- IV;
- Localização da radiação IV no Espectro Eletromagnético;
- Principais aplicações da radiação IV na sociedade.

Sugestão de Vídeo: “*O que é e como funciona a radiação infravermelha?*”.

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=o9JsyjnxyrA&t=7s>>.

Acesso em: 21 abr. 2020

OBS.: Para o tema de Radiação Infravermelha pode ser mostrado para os estudantes participantes do minicurso como ocorre a emissão de radiação IV pelo aparelho de controle remoto, utilizando para isso a câmera do telefone celular, visto que a radiação IV não pode ser vista a olho nu. Essa atividade costuma causar curiosidade, interesse e surpresa nos estudantes devido a nova “descoberta”.

Como sugestão, os estudantes podem utilizar as ferramentas *Power Point/Prezi* para apresentar os seus minicursos, além de trabalhar com vídeos explicativos encontrados no *YouTube* e entregar material impresso contendo um resumo com as principais informações acerca do tema pesquisado para os estudantes das turmas para as quais forem apresentados os referidos minicursos. Faz-se interessante nessa situação instigar a participação dos estudantes ouvintes com perguntas e desafios para que os mesmos interajam e aconteça um aprendizado mais efetivo por ambas as partes (estudantes ministrantes e estudantes participantes).

2ª ATIVIDADE

Tempo estimado: 01 período

Objetivo Geral:

- Avaliar o nível de construção do conhecimento por parte dos estudantes com relação aos conceitos que foram trabalhados na Oficina Temática.

Objetivos Específicos:

- Identificar qual foi o nível de compreensão que os estudantes atingiram com relação aos conceitos abordados na Oficina Temática;
- Comparar as respostas dadas no questionário inicial com as do questionário final, com o objetivo de analisar a evolução dos conhecimentos por parte dos estudantes com relação à temática trabalhada.

Questionário Final:

1. Você gostou das atividades realizadas na Oficina Temática “O uso da radiação na medicina: Raios-X e Radioterapia”?

() Sim () Não. Por quê?

2. Após a realização da Oficina Temática como você explica o que é radiação?

3. Em quais situações do cotidiano você percebe a presença da radiação?

4. Explique o que é Radioatividade:

5. Escreva algumas aplicações da Radioatividade na sociedade:

6. A radiação pode ser usada para o diagnóstico e tratamento de doenças?

() Sim () Não. Em caso afirmativo, explique de que forma:

7. Explique, brevemente, porque os “Raios-X” podem ser utilizados para a realização de exames para o diagnóstico de doenças:

8. Em que consiste o tratamento com o uso da Radioterapia para doenças como o câncer, por exemplo?

9. Após o desenvolvimento da Oficina Temática qual o seu posicionamento acerca da presença da radiação na vida das pessoas? Em quais situações ela é benéfica? Em quais situações ela pode trazer malefícios?

SUGESTÃO DE MATERIAL DE APOIO

TEXTOS COMPLEMENTARES

- 1) Artigo: “Raios-X e a Radioatividade”** de Attico Chassot - Revista Química Nova na Escola - nº 02 – Nov. /95 (p. 19-22).

Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc02/historia.pdf>>.

Acesso em: 03 ago. 2019.

- 2) Artigo: “Exame de Raios-X: o que é, para que serve e quais os cuidados?”**

Disponível em: <<https://saude.abril.com.br/medicina/exame-de-raio-x-o-que-e-para-que-serve-e-quais-os-cuidados/>>.

Acesso em: 02 jul. 2019.

- 3) Artigo: “Braquiterapia”**

Disponível em:

<http://radio_teleterapia.vilabol.uol.com.br/radioterapia.htm#Braquiterapia>.

Acesso em: 27 jun. 2019.

- 4) Artigo: “Meia-Vida ou Período de Semidesintegração dos elementos radioativos”.**

Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/meiavida-ou-periodo-semidesintegracao-elementos-radioativos.htm>>.

Acesso em 03 ago. 2019.

- 5) Texto: “Aplicações da Radioatividade na Medicina”** (Apêndice A)

- 6) Texto: “Radioatividade”** (Apêndice B)

- 7) Texto: “Histórico da descoberta da Radioatividade”** (Apêndice C)

- 8) Texto: “Tempo de meia-vida dos elementos radioativos”** (Apêndice D)

VÍDEOS COMPLEMENTARES

- 1) **Documentário: “A Saga do Prêmio Nobel - Gênios da Radiologia”.** (Duração: 54:47 min.).
Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=KG-wmn-cDNw>>.
Acesso em: 02 jul. 2019.

- 2) **Documentário “A Saga do Prêmio Nobel – O clã Curie”.** (Duração: 26:37 min.).
Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=KG9Rgp7uqhA>>.
Acesso em: 02 jul. 2019.

- 3) **Filme: “Marie Curie na Guerra – Filme 2014”.** (Duração: 1h e 24 min.).
Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Q22KBwlqW-8>>.
Acesso em: 03 jul. 2019.

- 4) **Vídeo do Simplifísica: “Marie Curie: cientista, mulher e mito”** – Professor Magno Machado do Instituto de Física da UFRGS. (Duração: 21:13 min.).
Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=EmZBB8PAF78>>.
Acesso em: 03 jul. 2019.

- 5) **Vídeo “Radiografia/ Exames - Como é feito um exame de Raios-X?”** (Duração: 4:37 min.).
Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=SqV7kPlz1qA>>.
Acesso em 02 jul. 2019.

- 6) **Vídeo “Tudo se Transforma: Energia Nuclear e impacto ambiental – Episódio: Radioatividade”.** (Duração: 8:43 min.).
Disponível em: <<http://research.ccead.puc-rio.br/sites/reas/video/tudo-se-transforma-energia-nuclear-e-impacto-ambiental-radioatividade/>>.
Acesso em 03 ago. 2019.

- 7) **Vídeo “A importância da Medicina Nuclear”** – Dr. Drauzio Varella visita o centro do reator nuclear da USP. (Duração: 9:00 min.).
Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=WFq1fL6s-rs>>.
Acesso em: 20 jul. 2019.

SITES COM SIMULADORES

1) Laboratório Didático Virtual da USP

Disponível em: <<http://www.labvirt.fe.usp.br/>>.

Acesso em: 02 jul. 2019.

SITES DE INSTITUIÇÕES OFICIAIS RELACIONADAS COM RADIOATIVIDADE

1) Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN

Disponível em: <<https://www.gov.br/cnen/pt-br>>.

Acesso em: 04 jul. 2019.

2) Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

Disponível em: <https://www.ipen.br/portal_por/portal/default.php>.

Acesso em: 04 jul. 2019.

3) Instituto Nacional de Câncer – INCA

Disponível em: <<https://www.inca.gov.br/>>.

Acesso em: 04 jul. 2019.

REFERÊNCIAS

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3.ed. Porto Alegre: Bookmann, 2006.

BRASIL. **Lei nº 13.415/2017**, de 16 de fevereiro de 2017. Lei da Reforma do Ensino Médio. Diário Oficial da União, Brasília, 17 de fevereiro de 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113415.htm>. Acesso em: 16 set. 2020.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **BNCC – Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2020.

CARDOSO, E. M. **Aplicações da energia nuclear**. Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN. Apostilas educativas. Rio de Janeiro, [2012]. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/educativo/aplicacoes-da-energia-nuclear.pdf>>. Acesso em 05 jun. 2020.

CARVALHO, É. B. Revisão dos principais radiofármacos utilizados no Brasil e suas aplicações na detecção e terapia de patologias. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Araraquara, 2014.

CARVALHO, R. P.; OLIVEIRA, S. M. V. **Aplicações da energia nuclear na saúde**. São Paulo: SBPC; Viena: IAEA, 2017. Disponível em: <http://portal.sbpnet.org.br/livro/energianuclearna_saude.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2020.

CHASSOT, A. **A educação no ensino de Química**. Ijuí: Editora Unijuí, 1990.

CHASSOT, A. Raios X e Radioatividade. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 02, p.19-22, novembro, 1995.

CHOPPIN, G.; LILJENZIN, J.-O.; RYDBERG, J.; EKBERG, C. **Radiochemistry and Nuclear Chemistry**. 4. ed. Amsterdam: Academic Press, 2013.

COUSSIRAT, R. S. S.; SALGADO, T. D. M. Elaboração de materiais didáticos para o ensino de radioatividade na estratégia de rotação por estações. *In: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA (EDEQ)*, 38. 2018. Canoas, RS. **Anais...** Canoas: Ulbra, 2018.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. **Metodologia do ensino de ciências**. 2. ed. rev. São Paulo: Cortez, 1992. (Coleção magistério. 2º grau. Série formação do professor).

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de Química**: professores/pesquisadores. 2. ed. rev. Ijuí: Editora Unijuí, 2003. (Coleção Educação em Química).

MARCONDES, M. E. R. Proposições metodológicas para o ensino de Química: oficinas temáticas para a aprendizagem da Ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Em Extensão**, Uberlândia, v. 7, p.67-77, 2008.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: E.P.U., 1999.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. O ensino de ciências nas salas de aula: estabelecendo relações. *In*: CARRETERO, M.; CASTORINA, J. A. (Org.). **Desenvolvimento cognitivo e educação**: processos do conhecimento e conteúdos específicos. v. 2. Porto Alegre: Penso, 2014. p. 268-294.

PASSOS, M. H. S.; SOUZA, A. A. **Química nuclear e radioatividade**. 2. ed. Campinas, SP: Editora Átomo, 2012.

REGO, T. C. **Vygotsky**: uma perspectiva histórico-cultural da educação. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995. (Educação e conhecimento).

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química**: compromisso com a cidadania. 3. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2003.

APÊNDICE A - Texto 1

APLICAÇÕES DA RADIOATIVIDADE NA MEDICINA

Uma das áreas da sociedade nas quais a Radioatividade vem sendo bastante empregada é a medicina.

A Medicina Nuclear, por exemplo, é uma especialidade médica que se utiliza da radiação emitida pelos radioisótopos para fins diagnósticos e terapêuticos. Os exames para diagnóstico de doenças que utilizam radiofármacos são basicamente três: a Cintilografia, a Tomografia Computadorizada por Emissão de Fóton Único (SPECT), e a Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET). (CARVALHO, 2014). Para fins terapêuticos, os radioisótopos são utilizados em tratamentos como a Radioterapia, onde o emprego da radiação ionizante tem como finalidade o tratamento de tumores malignos.

O tratamento radioterápico possui, basicamente, dois grandes grupos, a saber:

1. Teleterapia: “tele” significa distância. Nessa categoria enquadram-se os feixes de Raios-X, os feixes de raios gama e os elétrons de alta energia. Esses feixes são utilizados por meio de dispositivo, contendo, em seu interior, uma fonte de radiação que, se colocada a aproximadamente um metro de distância do paciente promove a irradiação do volume alvo.

2. Braquiterapia: “braqui” significa curto, perto. A Braquiterapia é um método de terapia no qual uma ou várias fontes encapsuladas são utilizadas para liberar radiação alfa ou beta, a uma distância de poucos centímetros, por meio de aplicações intersticiais, intracavitárias ou superficiais. Em alguns casos, a Braquiterapia torna-se o método de eleição, em razão da proximidade com a massa tumoral, diminuindo o risco de se aplicar uma dose inaceitável nos tecidos são adjacentes.

APÊNDICE B - Texto 2

RADIOATIVIDADE

A RADIOATIVIDADE é um fenômeno natural ou artificial pelo qual alguns elementos químicos – chamados, então, de RADIOATIVOS – são capazes de emitir RADIAÇÕES. Nesse processo, um núcleo instável emite espontaneamente determinadas entidades (partículas ou ondas), chamadas de **Radiações**, transformando-se em outro núcleo mais estável. Os núcleos que modificam suas estruturas espontaneamente e emitem radiação são chamados de **radioativos**.

Tipos de Radiação

Existem três tipos principais de Radiações, chamadas de **alfa (α)**, **beta (β)** e **gama (γ)**.

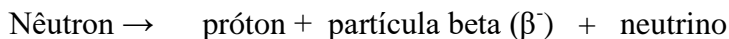
Partículas alfa (α): são partículas positivas, formadas por 2 prótons e 2 nêutrons: idênticas ao núcleo do átomo de Hélio. São muito ionizantes: produzem íons por atração dos elétrons dos átomos do meio, porém pouco penetrantes: para absorvê-las, basta uma folha de papel ou 1,5 cm de ar.

Quando um átomo emite uma partícula alfa, há TRANSMUTAÇÃO de um elemento em outro, pois muda n° de prótons (Z) e o n° de nêutrons (n°).



Uma partícula alfa pode ser assim representada: ${}_2^4\alpha$

Partículas beta (β^-): são partículas negativas iguais aos elétrons, ou seja, cada partícula beta é um elétron. Como não se admite que o núcleo contenha elétrons, a partícula beta deve se formar pela desintegração de um nêutron.



Portanto, há TRANSMUTAÇÃO de um elemento em outro, pois muda n° de prótons (Z).

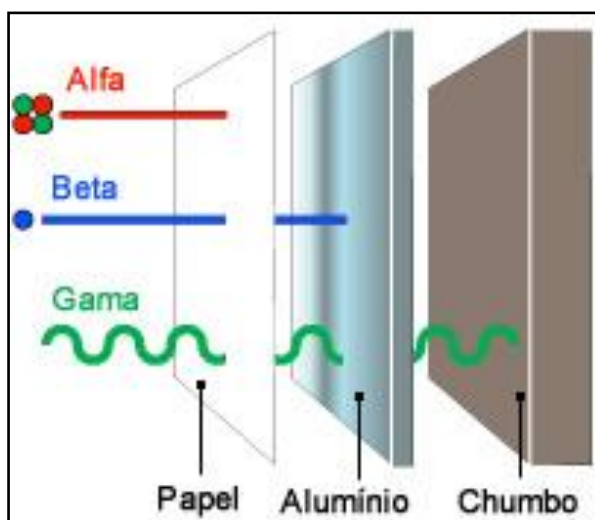


As partículas beta produzem íons por colisão com os elétrons dos átomos do meio. É uma radiação mais penetrante e menos ionizante que a radiação alfa. São absorvidas por uma lâmina de alumínio ou por, aproximadamente, um metro de ar.

Raios Gama (γ): são ondas eletromagnéticas, de mesma natureza, porém maior energia, do que a luz visível. Não têm massa nem carga, portanto, não há mudança de nº atômico e nem de nº de massa neste processo. São muito mais penetrantes que as partículas alfa e beta, causando, entretanto, menos ionização. São absorvidas por alguns cm de chumbo ou outros materiais densos. Podem penetrar vários metros no ar.

Esse tipo de radiação acompanha a emissão de Radiações alfa e beta.

Figura 1: Imagem ilustrativa do poder de penetração de cada uma das Radiações.



Outros tipos de Radiações que os elementos radioativos podem também emitir são: pósitrons (β^+), prótons e nêutrons.

As principais unidades de medida do Sistema Internacional de Unidades (SI) para a radiação são apresentadas a seguir:

a) Fonte Radioativa – Atividade (A): é o número de partículas que a fonte radioativa emite.

$$1 \text{ Becquerel} = 1 \text{ Bq} = 1 \text{ partícula} \cdot \text{seg}^{-1}$$

$$\text{Unidade antiga: } 1 \text{ Curie} = 1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ partículas} \cdot \text{seg}^{-1}$$

b) Em um material – Exposição (X): é a ionização causada pela radiação da fonte.

Unidade usada atualmente: $\text{C} \cdot \text{Kg}^{-1}$ (Coulomb/ quilograma)

Unidade antiga: $1 \text{ Röntgen} = 1 \text{ R} = 2,58 \times 10^{-4} \text{ C} \cdot \text{Kg}^{-1}$

c) Em um material – Dose Absorvida (D): é a energia depositada no material pela radiação da fonte.

$$1 \text{ Gray} = 1 \text{ Gy} = 1 \text{ J.Kg}^{-1}$$

1 Gray é a absorção de 1 joule de radiação por 1 Kg de matéria. (1 Gy = 100 rad)

d) Em um ser vivo - Dose Equivalente (H): é a energia depositada no ser vivo pela radiação da fonte.

$$1 \text{ Sievert} = 1 \text{ Sv} = 1 \text{ J.Kg}^{-1}$$

APÊNDICE C - Texto 3

HISTÓRICO DA DESCOBERTA DA RADIOATIVIDADE.

A descoberta da Radioatividade no final do século XIX trouxe avanços significativos para a Ciência e possibilitou ao ser humano fazer uso dessa nova descoberta científica e tecnológica em vários campos da sociedade.

A história nos coloca que tudo começou com a descoberta dos Raios-X por Wilhelm Conrad Röntgen, no final de 1895. Röntgen espantou o mundo ao anunciar a descoberta de “um novo tipo de raio” e demonstrar que com esses raios se podia “ver dentro do corpo humano, sem precisar abri-lo”. Por serem desconhecidos, o cientista batizou os novos raios de Raios X. (PASSOS; SOUZA, 2012). Ao contrário das Radiações, originadas nos núcleos atômicos, com os quais se assemelham em intensidade, os Raios-X têm origem extranuclear (na eletrosfera).

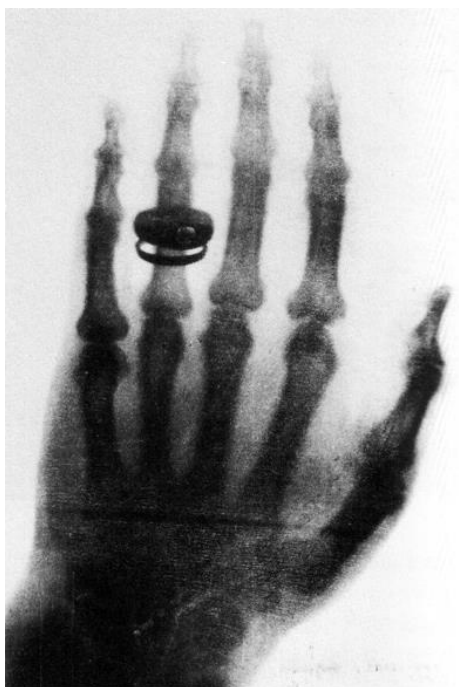


Figura 1: Primeira radiografia realizada no mundo, mostrando a mão de uma senhora de 79 anos. Note o anel no dedo anelar.

No próximo ano, em 1896, Antoine-Henri Becquerel trabalhando com sais de Urânio descobriu que esses emitiam um tipo de radiação capaz de impressionar chapas fotográficas. Pouco tempo depois, por volta de 1898, Marie Curie e Pierre Curie (casal Curie), pesquisando os “raios de Becquerel” em outros elementos além do Urânio, descobriram os elementos

radioativos Polônio e Rádio, modificando completamente a nova Ciência, a qual foi batizada de Radioatividade por Marie Curie. (CHASSOT, 1995).

As pesquisas realizadas pelo casal Curie foram extremamente importantes para o avanço da Ciência e, em especial, da Radioatividade. Marie Curie dedicou sua vida ao trabalho pela Ciência, tanto que morreu vítima de leucemia, em 1934, possivelmente como resultado da longa exposição à radiação em seu trabalho com elementos radioativos, sem a devida proteção. As descobertas mostraram que, diferente dos Raios-X, as Radiações descobertas por Becquerel e pelo casal Curie tinham origem no núcleo dos átomos.

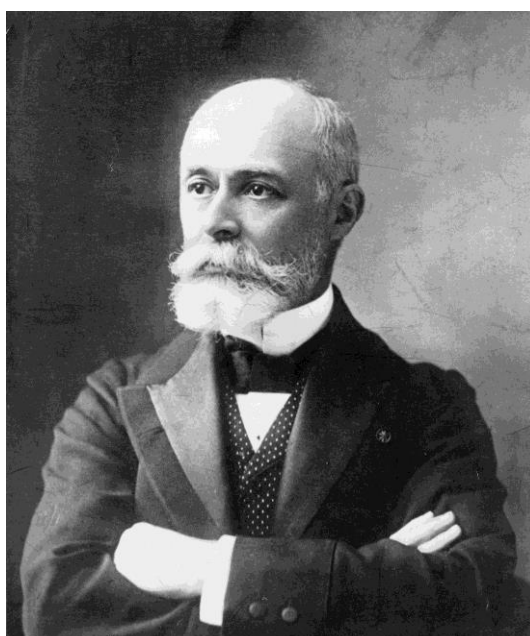


Figura 2: Antoine-Henri Becquerel (1852-1908)

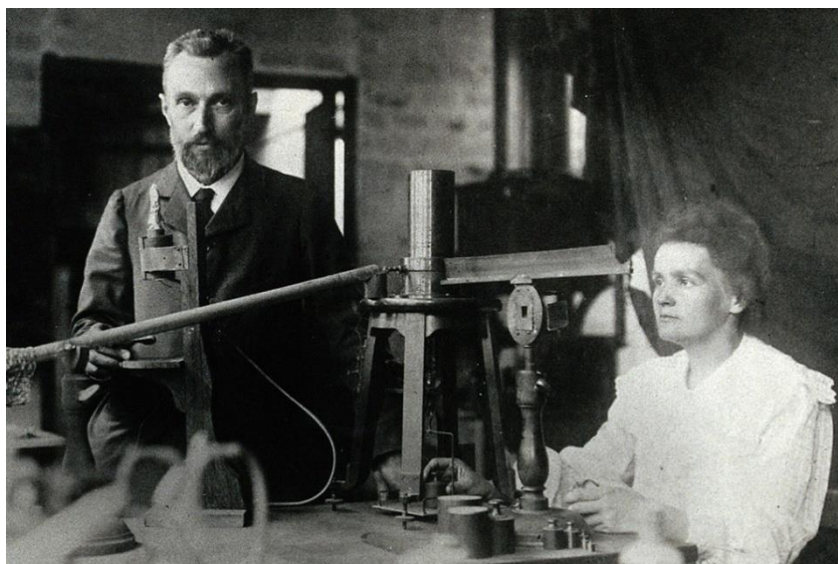


Figura 3: Casal Curie (Marie e Pierre Curie)

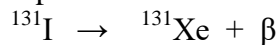
Os experimentos de Ernest Rutherford e seus colaboradores Geiger e Marsden, utilizando a radiação proveniente do elemento radioativo Polônio, em 1905, e as pesquisas sobre as substâncias radioativas e a natureza dos isótopos, utilizando o elemento Rádio, de Frederick Soddy, por volta de 1908, deram um impulso maior ainda aos estudos e usos da Radioatividade pela sociedade da época.

APÊNDICE D – Texto 4

TEMPO DE MEIA-VIDA DOS ELEMENTOS RADIOATIVOS.

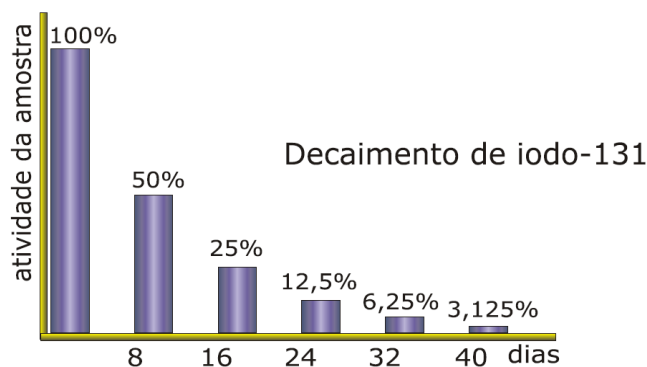
Para entendermos um pouco melhor o conceito de **Tempo de meia-vida** ($t_{1/2}$), vamos tomar como exemplo o caso do Iodo-131, o qual é radioativo e possui um tempo de meia-vida de oito dias. O Iodo-131 é utilizado em Medicina Nuclear para o diagnóstico de distúrbios na glândula tireoide e para o tratamento de alguns tipos de câncer nessa glândula.

O Iodo-131 é um elemento instável (há um excesso de energia), então ele emite **radiação** na forma de **partículas Beta** (β). Esse processo é chamado **decaimento beta**.



É muito difícil prevermos o quanto e quando um elemento radioativo vai decair. Porém, podemos esperar que haja um certo número de transformações a cada segundo, o que denominamos atividade da amostra e que pode ser medida em **decaimentos por segundo** (*1 Becquerel = 1 Bq = 1 decaimento/segundo*).

Essa *atividade*, como já comentado, tem um *“tempo de vida”* e cada elemento radioativo tem seu próprio **TEMPO DE MEIA-VIDA** ($t_{1/2}$) que representa o tempo que esse elemento leva para reduzir sua atividade pela metade, como mostra o gráfico abaixo com o exemplo do Iodo-131, cuja meia-vida é oito dias.



Como este isótopo possui meia-vida em torno de oito dias, podem ocorrer situações em que, durante algum tempo, o paciente submetido a qualquer tratamento que utilize tal substância deve manter-se afastado de outras pessoas, pois, com a ingestão do I-131 (meio pelo qual é inserido no organismo) a radiação emitida consegue ultrapassar as barreiras musculares e ósseas, ou seja, qualquer um que esteja por perto ou em contato prolongado estará exposto desnecessariamente.

Atividade: Jogo das Miçangas
Compreendendo o conceito de meia-vida

Procedimento do Jogo:

Organizar os estudantes em grupos, onde cada grupo recebe um copo com 100 miçangas que estão pintadas de um lado com verde e do outro com amarelo. O lado pintado de verde representa isótopos-pais e os amarelos isótopos-filhos. Esse conjunto de miçangas representa uma amostra radioativa. No copo está determinado o tempo de meia-vida característico da amostra do grupo.

Com todas as miçangas dentro do copo, agite e lance sobre a mesa. Conte quantos isótopos-pais (verde) não decaíram e anote. Retire os que decaíram (isótopos-filhos, lado amarelo). Estes não serão mais usados e coloque os isótopos-pais de volta no copo e repita o procedimento até acabarem as miçangas.

Anote os dados na tabela abaixo:

<i>Jogada</i> <i>“Meia-vida”</i>	<i>tempo</i> <i>zero</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
<i>Nº isótopos-pais</i>	<i>100</i>						

A cada jogada é como se passasse uma meia-vida da amostra e a atividade dela diminui, aproximadamente à metade.

Após, solicitar que cada grupo de estudantes construa um gráfico da Quantidade de isótopos-pais (eixo Y) X Tempo de meia-vida (eixo X). Para isso pode ser utilizada uma folha de papel milimetrado.

Sugestão de Amostras Radioativas para serem distribuídas para cada grupo de estudantes (Amostras constituídas de radioisótopos utilizados em Radioterapia):

Amostra Radioativa 1: Césio-137 / Tempo de meia-vida: 30 anos

Amostra Radioativa 2: Cobalto-60/ Tempo de meia-vida: 5 anos

Amostra Radioativa 3: Irídio- 192/ Tempo de meia-vida: 74 dias

Amostra Radioativa 4: Samário-153/ Tempo de meia-vida: 46 horas

Amostra Radioativa 5: Gálio- 67/ Tempo de meia-vida: 78 horas

Exercícios:

1) Com base na atividade realizada, faça a seguinte relação: digamos que nós tenhamos analisado a amostra radioativa do seu grupo e encontramos 14 isótopos-pais. Para um paciente que realizou Radioterapia e recebeu uma dose de 50 mg do isótopo presente na sua amostra radioativa, responda:

a) Quantas meia-vidas se passaram?

b) Há quanto tempo o paciente recebeu a dose de radiação?

c) Qual a massa em mg do isótopo que ainda está presente no organismo do paciente?

2) Cobalto-60, usado em Medicina Nuclear, possui $t_{1/2} = 5$ anos. Dentro de uma cápsula lacrada foi colocada uma amostra desse radionuclídeo e, aberta após 20 anos, revelou conter 750 mg dele. Qual foi a quantidade colocada inicialmente na cápsula?

3) O isótopo $_{15}\text{P}^{32}$, cuja meia-vida é de 14 dias, é usado por certos laboratórios no estudo de alguns processos que ocorrem em células vivas. Se um laboratório recebeu uma amostra de 20 g desse isótopo, quanto restará após 70 dias?

4) O Tálcio-201 é um isótopo radioativo usado na forma de TlCl_3 (Cloreto de Tálcio), para diagnóstico do funcionamento do coração. Sua meia-vida é de 73h (em torno de 3 dias). Certo hospital possui 20 g deste isótopo. Sua massa, em gramas, após 9 dias, será igual a:

a) 1,25

d) 2,5

b) 3,3

e) 5,0

c) 7,5

