



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM QUÍMICA

**UMA ABORDAGEM DA RADIOATIVIDADE NO ENSINO MÉDIO A PARTIR DE
UM ESTUDO DE CASO**

JOSÉ CLEUTON DA SILVA BELARMINO

SERRA TALHADA

2019

UMA ABORDAGEM DA RADIOATIVIDADE NO ENSINO MÉDIO A PARTIR DE UM ESTUDO DE CASO

Monografia submetida à coordenação do curso de
Licenciatura em Química como requisito para
obtenção do grau de licenciado em Química.

Orientadora: Prof.^a Me Professora Cristiane
Martins da Silva

SERRA TALHADA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca da UAST, Serra Talhada - PE, Brasil.

B426a Belarmino, José Cleuton da Silva

Uma abordagem da radioatividade no ensino médio a partir de um estudo de caso / José Cleuton da Silva Belarmino. – Serra Talhada, 2019.

46 f. : il.

Orientadora: Cristiane Martins da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, 2019.

Inclui referência e anexo.

1. Radioatividade. 2. Química - ensino. 3. Química - estudo.
I. Silva, Cristiane Martins da, orient. II. Título.

CDD 540

**UMA ABORDAGEM DA RADIOATIVIDADE NO ENSINO MÉDIO A PARTIR DE
UM ESTUDO DE CASO**

JOSÉ CLEUTON DA SILVA BELARMINO

Aprovada em ____/____/____

BANCA AVALIADORA

Prof.^a Me. Cristiane Martins da Silva (orientador)
UFRPE/UAST

Prof. Dr. Bruno Silva Leite (1º avaliador)
UFRPE/UAST

Prof.^a Natália Meirelles Silva (2ª avaliador)
UFRPE/UAST

*Dedico esse trabalho a minha mãe e meu pai por sempre me incentivarem e apoiarem em
vários momentos da minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

Aos meus familiares, em especial a minha mãe Clemilda, meu pai Claudeni e minha avó Anatides pela paciência e incentivo.

Aos meus irmãos Clebson, Cleilaine e Cleferson.

Aos meus amigos que tornaram essa trajetória bem mais interessante e divertida.

A minha orientadora Cristiane Martins da Silva pela paciência, disponibilidade e contribuição na minha formação acadêmica.

Aos professores da banca professor Bruno Silva Leite e a professora Natália Meirelles Silva pela disponibilidade em avaliar o meu trabalho e contribuir para a melhoria do mesmo.

A todos os meus professores que contribuíram de forma efetiva na minha formação acadêmica em especial a professora Cintia Beatriz de Oliveira que esteve presente durante quase todo o curso me orientando nos trabalhos relacionados ao PIBID.

“O que sabemos é uma gota; o que ignoramos é um oceano.”

Isaac Newton

RESUMO

A radioatividade é um processo no qual um núcleo com certa quantidade de prótons e nêutrons pode se transformar em outro núcleo com quantidade de prótons e nêutrons diferentes. Podemos encontrar diversas aplicações e influências da radioatividade no nosso dia a dia, como por exemplo, na medicina, indústria, agricultura e pecuária, tornando esse assunto importante de ser discutido em sala de aula. No entanto, apesar da relevância da radioatividade no ensino, o tema é lecionado muitas vezes de forma superficial, pois quase sempre é deixado para ser ensinado nos últimos meses do semestre letivo. Visto isso, este trabalho tem como objetivo abordar esse tema com maior ênfase e analisar o desenvolvimento da aprendizagem de estudantes do ensino médio a partir da aplicação de um estudo de caso sobre o tema em sala de aula. Esse estudo de caso foi aplicado junto a uma turma do 3º ano do ensino médio do curso técnico de administração da Escola técnica estadual Pedro Leão Leal, da cidade de São José do Belmonte, Pernambuco. Para coleta de dados foram utilizados um questionário inicial, um questionário final e as apresentações da solução do caso. Através dos resultados obtidos, acreditamos que a utilização de um estudo de caso abordando questões sociais de forma contextualizada sobre a temática radioatividade pode ser alternativa capaz de contribuir para a aprendizagem de estudantes do ensino médio.

Palavras chave: radioatividade, ensino, estudo de caso.

ABSTRACT

Radioactivity is a process in which a nucleus with a certain amount of protons and neutrons can be transformed into another nucleus with different protons and neutrons. We can find various applications and influences of radioactivity in our everyday lives, such as in medicine, industry, agriculture and livestock, making this subject important to be discussed in the classroom. However, despite the relevance of radioactivity in teaching, the subject is often taught in a superficial way, since it is almost always left to be taught in the last months of the academic semester. Given this, this work aims to address this theme with greater emphasis and analyze the development of high school student learning from the application of a case study on the subject in the classroom. This case study was applied to a group of the 3rd year of high school in the technical course of administration of the state technical school Pedro Leão Leal, in the city of São José do Belmonte, Pernambuco. For data collection, an initial questionnaire, a final questionnaire and the presentations of the case solution were used. Through the results obtained, we believe that the use of a case study approaching social issues contextualized on the thematic radioactivity can be an alternative that can contribute to the learning of high school students.

Key words: radioactivity, teaching, case study.

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: IMPORTÂNCIA DA QUÍMICA	24
GRÁFICO 2: DEFINIÇÃO DE RADIOATIVIDADE.....	25
GRÁFICO 3: EFEITOS DA RADIOATIVIDADE	26
GRÁFICO 4: PRINCIPAIS ELEMENTOS RADIOATIVOS	26
GRÁFICO 5: APLICAÇÕES DA RADIOATIVIDADE	34
GRÁFICO 6: TIPOS DE RADIAÇÕES.....	35
GRÁFICO 7: TIPOS DE RADIAÇÕES COM MAIOR PODER DE PENETRAÇÃO ...	36
GRÁFICO 8: DESCARTE DE LIXO RADIOATIVO	36
GRÁFICO 9: ESTUDO DE CASO COMO FACILITAR DA APRENDIZAGEM.....	37

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: ATIVIDADES REALIZADAS POR AULA	20
QUADRO 2: SOLUÇÕES APRESENTADAS	31

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
OBJETIVO GERAL.....	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
1.1 A contextualização no ensino de química	14
1.2 O ensino da radioatividade	15
1.3 Características sobre o estudo de caso.....	16
2. METODOLOGIA	19
2.1 Coleta de dados	19
2.2 Análise dos dados	22
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
3.1 Análise do questionário inicial.....	24
3.2 Análise da discussão do caso e aula.....	27
3.3 Análise da apresentação da solução	29
3.4 Análise do questionário final	34
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
REFERÊNCIAS.....	39
APÊNDICE 1.....	42
APÊNDICE 2.....	43
ANEXO 1	44
ANEXO 2	45
ANEXO 3.....	46

INTRODUÇÃO

“A radioatividade é um processo no qual um núcleo com certa quantidade de prótons e nêutrons pode se transformar em outro núcleo com quantidade de prótons e nêutrons diferentes. Esta transformação é chamada desintegração nuclear, sendo acompanhada por emissão de radiação. Por este motivo, estes núcleos instáveis são chamados radioativos. A desintegração nuclear ocorre devido à instabilidade nuclear causada pelo desbalanceamento entre prótons e nêutrons” (BRUCKMANN; FRIES, 1991, p. 2).

Podemos encontrar diversas aplicações e influências da radioatividade no nosso dia a dia, como por exemplo, na medicina, indústria, agricultura e pecuária. O que torna esse assunto importante de ser discutido em sala de aula, como é orientado em documentos oficiais, como o PCN+, que defende o ensino de radioatividade como forma de reconhecer a sua presença na natureza e em sistemas tecnológicos; compreender os seus usos cotidianos; as interações e energias envolvidas no processo de transformação nuclear; os efeitos biológicos e ambientais (BRASIL, 2002).

Entretanto, apesar da relevância do ensino da radioatividade na educação básica, Pinto e Marques (2010) analisam que esse assunto é pouco abordado em sala de aula, pois infelizmente os tópicos sobre o tema estão presentes no final da unidade de físico-química na maioria dos livros didáticos da segunda ou terceira série do ensino médio, quando o professor já não dispõe de tempo suficiente para trabalhar o assunto de forma adequada. Outro ponto, é que os livros didáticos também apresentam informações simplificadas e até com informações insuficientes que impedem que os alunos relacionem o tema com o seu cotidiano (DOMINGUINI et. al., 2012). Dessa maneira, quando o tema radioatividade é lecionado, é realizado muitas vezes de forma superficial, pois quase sempre é deixado para ser ensinado nos últimos meses do semestre letivo.

Dessa forma, torna-se importante o desenvolvimento de atividades que tratem do tema Radioatividade com maior ênfase, abordando as aplicações no cotidiano do aluno, assim como os aspectos sociais e ambientais presentes nesse tema, uma vez que “ensino da Química demanda da relação de dois componentes básicos: a informação química e o contexto social” (SANTOS; SCHNETZLER, 2003, apud. PAZINATO; BRAIBANTE, 2014).

Diante disso, dentre algumas das alternativas que surgem para o ensino de radioatividade, destacamos o uso de estudos de caso como uma possibilidade significativa de inserção do tema em sala de aula. Isso porque, os estudos de caso são métodos que oferecem aos estudantes a “oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem e investigar aspectos científicos e sociocientíficos, presentes em situações reais ou simuladas, de complexidade variável” (SÁ; QUEIROZ, 2009). Além disso, através do estudo de caso é possível suceder um aumento da “compreensão e do entendimento sobre os eventos reais contemporâneos” (MIGUEL, 2007).

Nesse sentido, esse trabalho tem como problema de pesquisa inteirar-se sobre quais as contribuições de um estudo de caso abordando questões sociais sobre a temática radioatividade, para a aprendizagem de estudantes do ensino médio sobre o conteúdo da radioatividade.

OBJETIVO GERAL

- Analisar o desenvolvimento da aprendizagem sobre radioatividade de estudantes do ensino médio a partir da aplicação de um estudo de caso sobre o tema em sala de aula.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar quais foram os aprendizagem dos estudantes sobre radioatividade após a aplicação do estudo de caso;
- Identificar as principais contribuições da aplicação do estudo de caso em sala de aula, para o ensino da radioatividade.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 A contextualização no ensino de química

De acordo com os parâmetros curriculares nacionais (PCN) relacionado ao ensino de “Ciências da Natureza” (BRASIL, 1999), “o ensino de Química tem se reduzido a transmissão de informações, definições e leis isoladas sem qualquer relação com a vida dos alunos, exigindo deles quase sempre a pura memorização, restrita a baixos níveis cognitivos. Em geral, nesse ensino são enfatizados muitos tipos de classificação, como tipos de reações, ácidos, soluções, que não representam aprendizagens significativas ou que apresente nenhuma função para o cotidiano dos estudantes. Reduzindo o conhecimento químico as fórmulas matemáticas e à aplicação de “regrinhas”, que são exaustivamente treinadas, supondo a mecanização e não o entendimento de uma situação-problema” (BRASIL, 1999, p.32).

Nessa perspectiva, Zanon e Maldaner (2007), pontuam em seus estudos que as dificuldades de aprendizagem de Química na Educação Básica são observadas desde a década de 70, devido principalmente à “carência de experimentação e interação com o cotidiano, a descontextualização, a linearidade, a fragmentação dos conteúdos, a desconsideração da História da Química” (MELLO; et al., 2018). Instituinto, em consequência, um ensino de Química no qual “os conhecimentos científicos são tratados de forma fragmentada nas escolas sem levar em consideração o contexto social em que os alunos estão inseridos (FARIAS et al., 2012 apud SANTOS et al., 2017, p.02)”.

Por isso, o ministério da educação ressalta a importância de se trabalhar o contexto para o ensino de ciências, como é apresentado nas orientações curriculares para o ensino médio (2006, p.109), no qual o aprendizado de química no ensino médio deve:

[...] possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas (BRASIL, 2006, p.109).

Assim, Wartha et. al. (2013), expõem que a contextualização se apresenta como uma estratégia primordial para a construção de significados, uma vez que ela possibilita o desenvolvimento de conhecimentos a partir da relação dos conteúdos ao cotidiano dos estudantes através das experiências e realidades já conhecidas pelos mesmos. Resultando segundo os autores, numa articulação dos conteúdos Químicos aos aspectos científicos,

tecnológicos, econômicos, políticos e sociais que proporcionam aos alunos a possibilidade de apropriar-se de conhecimentos e habilidades. Tais como, a de analisar dados, informações, argumentar, avaliar e tomar decisões críticas e fundamentadas de situações cotidianas.

Entretanto, o uso de temáticas cotidianas e o trabalho com questões geradoras ou problematizadoras, são aplicadas, muitas vezes, de forma simplista ou equivocada em sala de aula. Isso se deve a falta de materiais instrucionais que abordem essas estratégias, pela falta de conhecimento do professor em trabalhar com essas questões e também pelas concepções errôneas sobre cotidiano e contextualização que são utilizadas muitas vezes como meras citações ou como exemplos para relacionar a química em situações cotidianas, sem nenhuma análise sobre as situações (WARTHA, 2005).

1.2 O ensino da radioatividade

Em meados do século XIX houve grandes avanços na ciência e, nesse período o estudo sobre a atomística ganhou ênfase. Observou-se que a estrutura do átomo é formada por partes ainda menores e que essas traziam consigo enormes quantidades de energia. (KRAGH, 2000, p.34).

Segundo Fonseca (2001), denomina-se Radioatividade a atividade que certos elementos possuem de emitir radiações eletromagnéticas (como os raios gama) e partículas (como a alfa e a beta) de seus núcleos instáveis com o objetivo de ganhar estabilidade. A emissão de partículas faz com que o átomo radioativo de determinado elemento se transforme em outro elemento químico diferente.

“Os processos radioativos são inquestionavelmente muito presentes em nossos dias e, segundo pesquisas, há grandes perspectivas de que no futuro estarão ainda mais presentes, principalmente, na utilização da energia nuclear nas usinas de geração de energia elétrica, nas bombas de Cobalto-60, utilizado no tratamento contra o câncer, nos exames clínicos nos quais são usados marcadores radioativos, como o iodo, na datação de fósseis com carbono-14, na indústria alimentícia para a esterilização de alimentos, evitando o uso de aditivos químicos, entre outras aplicações relevantes” (PINTO; MARQUES, 2010).

Ainda, segundo Pinto e Marques (2010) não se pode deixar de mencionar também, os riscos oferecidos pelo uso de radiações, como a contaminações em rios, ar e solo, os

iminentes riscos de explosões nas usinas nucleares, doenças e acidentes, sem contar com o problema do descarte seguro de tais resíduos. Devido a essa importância das questões radioativas no cotidiano, surge a necessidade de aprofundar essas discussões no ensino escolar com uma maior dedicação e atenção.

Dessa forma, trabalhar a temática científica da radioatividade, atrelada a outros aspectos como suas causas e seu desenvolvimento constituem um foco que pode estimular os alunos e despertar o interesse e o conhecimento sobre o assunto. No entanto, apesar de ser um tema bastante relevante para o ensino, de modo geral a radioatividade vem sendo abordada nos livros de Química do ensino médio de uma forma muito elementar, com poucas explicações históricas e sem contextualização dos fatos. Além disso, não são descritos os fatos históricos importantes do processo, dando ênfase apenas nos conceitos básicos da química envolvidos no tema de radioatividade (SILVA et al., 2007 apud SANTOS et al., 2017).

A importância de se discutir questões que englobam a radioatividade no currículo escolar é reconhecida como uma forma de incentivar e ajudar os estudantes a constituir consciência, responsabilidade social e ética para com o meio em que vive. Para isso, é importante que o jovem desenvolva a capacidade de avaliar todas as informações mencionadas sobre o assunto para que possa julgar e tomar decisões sobre assuntos como os benefícios e riscos da radioatividade no uso da energia nuclear, na exposição à radiação na medicina, a questão do lixo atômico, descarte de materiais radioativos, entre outros riscos (SANCHES, et al., 2006).

1.3 Características sobre o estudo de caso

Esse método surgiu de uma adaptação da aprendizagem baseada em problemas (APB), que foi elaborado com a intenção de “colocar os alunos em contato com problemas reais, com o propósito de estimular o desenvolvimento do pensamento crítico, a habilidade de resolução de problemas e a aprendizagem de conceitos da área em questão” (SÁ; QUEIROZ, 2010, p. 11). O que possibilita uma aprendizagem autogerida, uma vez que ao longo da resolução do caso o estudante é guiado a reunir e analisar informações detalhadas e sistemáticas sobre uns fenômenos científicos e sociocientíficos, a fim de opinar e tomar decisão sobre o mesmo (PATTON, 2002).

Um estudo de caso é uma história de um fenômeno simulado, passado ou atual, elaborado a partir de múltiplas fontes de provas, que pode incluir dados da observação direta e entrevistas sistemáticas, bem como pesquisas em arquivos públicos e privados (VOSS; TSIKRIKTSIS; FROHLICH, 2002).

Segundo Sá e Queiroz (2010), para que os estudantes consigam tomar consciência e decidir sobre o caso, o método deve possuir narrativas que aproximem o aluno da situação exposta. Por isso, o caso deve apresentar uma familiarização com o contexto e com os personagens que vivem dilemas e necessitam decidir sobre uma determinada questão. Segundo as autoras, a identificação dos estudantes pelo caso, contribui para que os estudantes tenham um maior engajamento em analisar os dados e buscar soluções necessárias para a resolução do caso.

Para que a aplicação do estudo de caso seja significativo, os estudantes devem cumprir as seguintes etapas ao longo da atividade: i) identificar e definir o problema; ii) acessar, avaliar e usar informações necessárias à solução do problema; iii) apresentar a solução do problema (SÁ; QUEIROZ, 2010). Assim, é importante que o estudo de caso sejam elaborados com atenção para que eles possuam características que promovam que os estudantes passem por todas as etapas recomendadas. Para isso, um “bom estudo de caso” deve considerar os seguintes aspectos durante o seu desenvolvimento (HERREID, 1998 apud SÁ; QUEIROZ, 2010, p.17):

- i) **Deve ter utilidade pedagógica** - deve ser útil para o curso e para os estudantes;
- ii) **É relevante ao leitor** - os casos escolhidos devem envolver situações que possivelmente os estudantes saibam enfrentar. Isso melhora o fator empatia e faz do caso algo que vale a pena estudar;
- iii) **Despertar o interesse pela questão** - para que um caso pareça real, deve descrever um drama, um suspense' O caso deve ter uma questão a ser resolvida;
- iv) **Deve ser atual** - deve tratar de questões atuais, que levem o estudante a perceber que o problema é importante;
- v) **É curto** - os casos devem ser suficientemente longos para introduzir um fato, mas não tão longos que possam provocar uma análise tediosa;
- vi) **Provoca um conflito** - a maioria dos casos é fundamentada sobre algo controverso;

vii) **Cria empatia com os personagens centrais** - as características escolhidas para os personagens devem influenciar na tomada de decisões;

viii) **Força uma decisão** - deve haver urgência e seriedade envolvida na solução dos casos;

ix) **Tem generalizações** - deve ter aplicabilidade geral e não ser específico para uma curiosidade apenas;

x) **Narra uma história** - com desfecho no seu final;

xi) **Inclui citações** - é a melhor maneira de compreender uma situação e ganhar empatia para com os personagens. Deve-se adicionar vida e drama a todas as citações.

Outro ponto que vai de acordo com a aplicação de estudos de caso no ensino, se relaciona ao PCN (BRASIL, 1999), que destacam que:

As competências e habilidades cognitivas e afetivas desenvolvidas no ensino de Química deverão capacitar os alunos a tomarem suas próprias decisões em situações problemáticas, contribuindo assim para o desenvolvimento do educando como pessoa humana e como cidadão (BRASIL, 1999).

Diante disso, torna-se importante a elaboração de atividades que promovam esses tipos de competências, e o estudo de caso surge como uma proposta capaz de atender a essa demanda, pois enfatiza o aprendizado autodirigido dos conceitos químicos e o desenvolvimento da habilidade de tomada de decisões que se fundamentam nos conceitos científicos (PAZINATO; BRAIBANTE, 2014, p.03).

2. METODOLOGIA

Esse estudo situou-se no campo de “pesquisa qualitativa, pois a mesma não se preocupa com representatividade numérica, mas sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social” (SILVEIRA E CÓRDOVA, 2009, p.31), assim como uma pesquisa ação, “a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação da realidade a ser investigada estão envolvidos de modo cooperativo e participativo (THIOLLENT, 2008, p. 14).

Considerando o intuito da pesquisa que busca analisar o desenvolvimento de compreensões sobre um determinado tema em sala de aula, acreditamos que a pesquisa qualitativa se adequa ao nosso interesse, uma vez que ela busca “captar” o fenômeno em estudo a partir da perspectiva das pessoas nele envolvidas, considerando todos os pontos de vista relevantes (GODOY, 1995).

2.1 Coleta de dados

Essa atividade foi aplicada junto a uma turma do 3º ano do ensino médio do curso técnico de administração da Escola técnica estadual Pedro Leão Leal, da cidade de São José do Belmonte, Pernambuco. A turma possuía um total de 35 alunos com idades entre 16 e 18 anos, sendo que 30 alunos frequentavam regularmente. A atividade foi aplicada no período de 13/05/2019 à 21/05/2019 e englobou um total de seis aulas.

O motivo da pesquisa ser realizada em uma turma do ensino médio do curso técnico em administração se deveu a disponibilidade do professor da disciplina em ceder as aulas para a aplicação da atividade. Destaca-se também que a atividade foi aplicada pelo autor desse trabalho durante as aulas de Química, tendo em sala de aula o acompanhamento do professor da disciplina.

Para uma melhor compreensão da atividade, apresentamos a seguir um quadro sucinto sobre o que foi realizado em cada uma das aulas.

Quadro 1: Atividades realizadas por aula

Aula (Duração)	Atividade realizada
1° Aula (50 min)	Explicação de como seria feita a atividade Aplicação do questionário inicial
2 ° Aula (50 min)	Organização dos grupos Apresentação e debate do caso
3° Aula (50 min)	Entrega de textos informativos Aula expositiva sobre o tema radioatividade
4° Aula (50 min)	Definição dos últimos detalhes da apresentação da solução do caso
5° Aula (50 min)	Início das apresentações da solução do caso
6° Aula (50 min)	Término das apresentações da solução do caso Aplicação do questionário final

Fonte: Autor (2019)

O planejamento da atividade teve como base o trabalho de Alba (2010), que também elaborou um estudo de caso, mas sobre fármacos, seguindo as etapas de Sá e Queiroz (2010), que devem ser cumpridas para aplicação de um estudo de caso significativo:

- i) identificar e definir o problema;
- ii) acessar, avaliar e usar informações necessárias à solução do problema;
- iii) apresentar a solução do caso.

Na primeira aula foi explicado para a turma com seria a dinâmica da atividade, explanando sobre um estudo de caso e suas características. Logo após foi aplicado um questionário inicial (APÊNDICE 1), sendo este respondido individualmente, a fim de avaliarmos os conceitos prévios que os alunos possuíam sobre o tema.

Na segunda aula, a atividade foi iniciada dividindo os alunos em um total de 5 grupos conforme a afinidade deles e, em seguida, foi entregue o caso (ANEXO 1) que abordava o desastre envolvendo o césio-137 na cidade de Goiânia, esse caso foi adaptado de uma matéria, encontrada no site Superinteressante, disponível no endereço eletrônico: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/o-que-foi-o-acidente-com-o-cesio-137/>.

O caso foi exposto através de narrativas esboçando as ações dos personagens num determinado tempo e local, que iam desde o abandono da máquina de teleterapia, sendo recolhida e desmontada, possibilitando assim que as pessoas tivessem acesso ao pó que brilhava no escuro contido nessa máquina, até o momento que a mulher do dono do ferro velho, percebe que todas as pessoas expostas ao pó brilhante ficavam doentes, levando a cápsula para a vigilância sanitária.

Os alunos teriam assim que se imaginar como estagiários da vigilância sanitária, determinando qual propriedade esse pó brilhante apresentava, provocando possivelmente todos esses problemas de saúde e mortes, e propor um melhor descarte para esse tipo de lixo hospitalar.

Após a leitura do caso pelos estudantes, deu-se início a discussão sobre o tema e, para estimular o debate foram apresentados, em slides, os principais pontos sobre o assunto que estavam presentes no caso e que seriam importantes serem discutidos pelos alunos para um melhor entendimento da situação. Logo abaixo estão os principais pontos abordados na discussão sobre o caso.

- Principal assunto abordado no caso;
- Motivo para a substância em pó está protegida por uma cápsula;
- Aplicação da máquina de teleterapia;
- Descarte do lixo hospitalar;

A escolha em pontuar as principais situações do estudo de caso se justificou devido ao pouco conhecimento do pesquisador sobre a turma, uma vez que não foi possível fazer um acompanhamento anterior dos alunos em sala de aula. Dessa forma, não havia a certeza de como as discussões sobre caso seriam desenvolvidas, portanto a identificação de cada um dos pontos do caso seria uma estratégia para proporcionar as discussões necessárias entre os alunos. Nessa etapa foi identificado e definido o problema envolvendo o caso.

Após a discussão do caso, na terceira aula foram entregues dois textos (ANEXO 2) retirado do seguinte endereço eletrônico: <https://www.inca.gov.br/perguntas-frequentes/como-e-feita-radioterapia> e (ANEXO 3) retirado do endereço eletrônico: <https://moodle.ufsc.br/mod/resource/view.php?id=528635>, que tratavam de como é feita a radioterapia e o que são fontes radioativas respectivamente. Os textos possuíam informações

complementares sobre o caso e tinham o intuito de contribuir para uma análise mais embasada teoricamente sobre a situação, diminuindo o juízo de valor que poderia ser usado pelos alunos no momento de tomada de decisão sobre o estudo de caso.

Logo após, iniciou-se uma aula expositiva sobre o tema radioatividade realizada pelo pesquisador, possibilitando aos alunos um maior aprofundamento e compreensão do tema abordado.

Na semana seguinte, na quarta aula, os alunos trouxeram as informações pesquisadas na internet e definiram os últimos detalhes da apresentação da solução do caso, sendo essas informações, discutidas entre os grupos junto com o pesquisador, que orientou os estudantes sobre a decisão do caso, a partir de questionamentos sobre as informações e ideias trazidas por eles, nessa etapa foi possível acessar, avaliar e usar informações necessárias à solução do problema.

A quinta e a sexta aula foram reservadas para a etapa da apresentação da solução do caso pelos grupos. As apresentações foram gravadas em áudio a fim de analisar as principais ideias apresentadas pelos estudantes para a solução do caso. Após as apresentações, foi aplicado um questionário final (APÊNDICE 2), e tinha o objetivo de analisar quais foram os entendimentos dos estudantes sobre radioatividade após a aplicação do estudo de caso.

2.2 Análise dos dados

A análise será realizada em dois momentos. O primeiro será destinado a investigação dos questionários, sendo feita uma pré-análise e após isso uma categorização dos dados, feita a partir das respostas com características comuns e que se relacionavam entre si (GOMES, 2004).

Após a categorização, foram elaborados gráficos de análise contendo as categorias de cada uma das questões do questionário inicial e final. Essas categorias auxiliarão na identificação dos conhecimentos iniciais e finais dos estudantes de forma mais clara.

Numa segunda etapa foram analisados os áudios referentes as apresentações da solução do caso. Em um primeiro momento, houve a transcrição dos materiais gravados e após essa transcrição, uma análise sobre as discussões dos grupos, buscando identificar quais as principais questões e conteúdos manifestados pelos estudantes e quais as contribuições dos mesmos para o entendimento dos estudantes sobre radioatividade.

Na discussão dos resultados buscaremos relacionar as informações encontradas nas três etapas de análise com o intuito de verificar a contribuição do caso para o desenvolvimento de conhecimentos dos alunos.

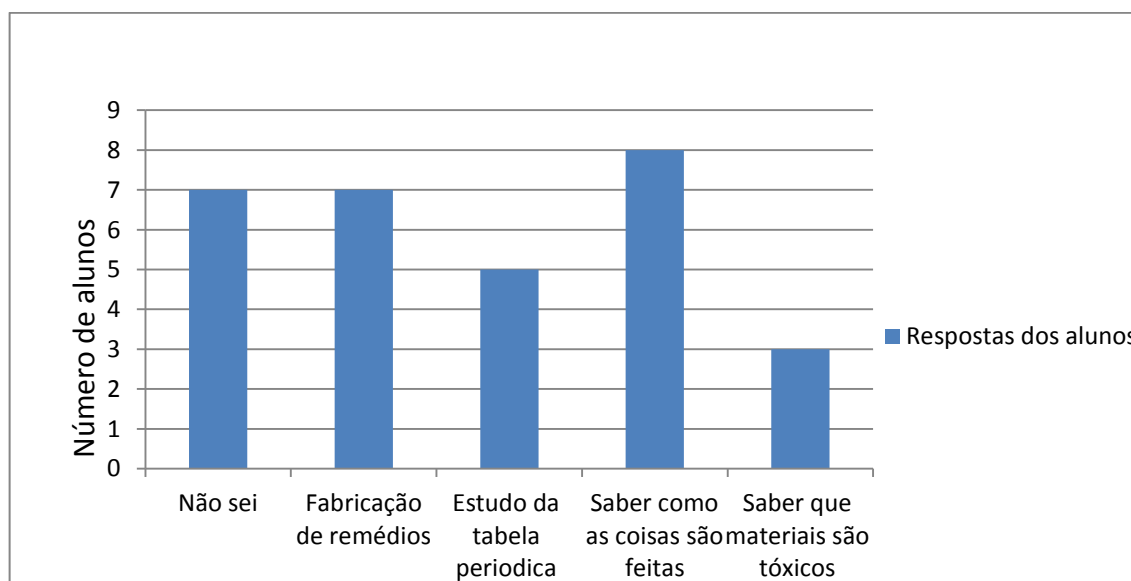
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise do questionário inicial

No primeiro encontro foi aplicado um questionário inicial (APÊNDICE 1), a fim de avaliar os conceitos prévios que os alunos possuíam. O questionário possuía quatro questões:

Na primeira questão perguntamos aos alunos qual a importância do estudo da química para a sua vida e como ela poderia relacionar com o seu curso. Nessa questão pode-se observar como mostrado no gráfico 1, que dos 30 alunos que responderam o questionário inicial, 7 alunos não souberam responder. Dos outros 23 alunos que responderam, identificamos que dentre as respostas mais frequentes eles citaram como importância da química, a fabricação de remédios e saber como as coisas são feitas, apresentando ideias um pouco reducionistas, provavelmente pelo fato que algumas escolas têm dado maior ênfase à transmissão de conteúdos e à memorização de fatos, símbolos, nomes, fórmulas, deixando de lado a construção do conhecimento científico dos alunos e a desvinculação entre o conhecimento químico e o cotidiano (MIRANDA; COSTA, 2007). Evidenciando esse fato quando perguntado qual a relação da química com seu curso, sendo que nenhum aluno conseguiu relacionar a química com o seu curso.

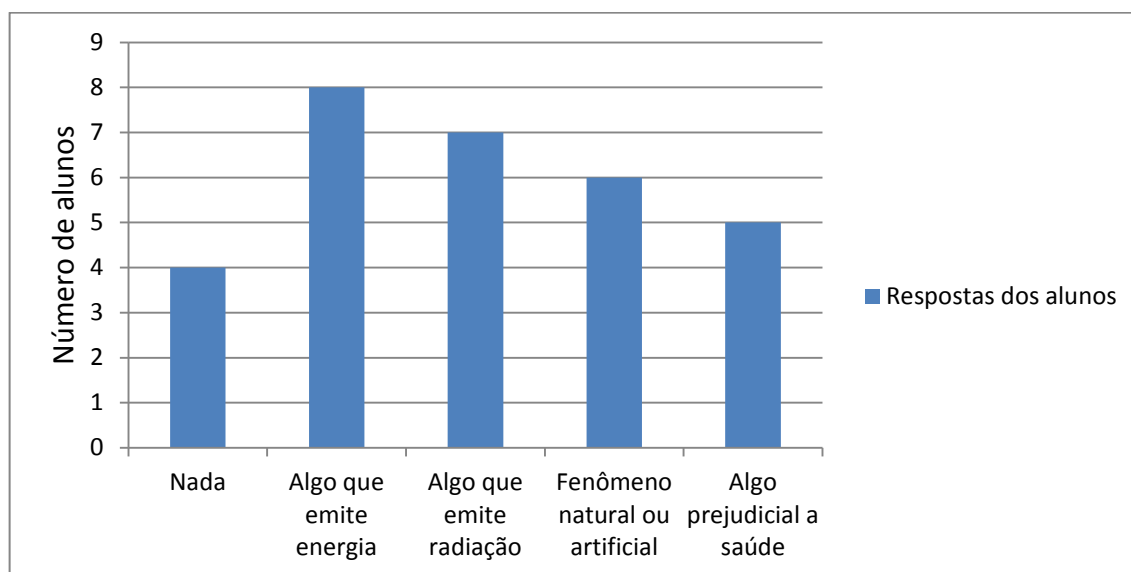
Gráfico 1: Importância da química



Fonte: Autor (2019)

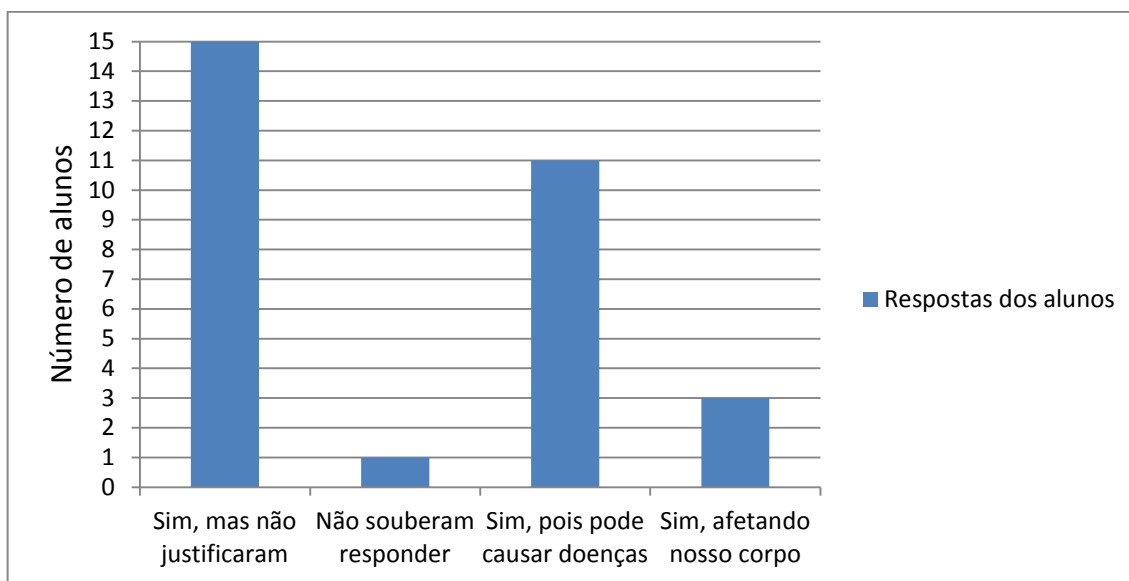
Na segunda questão, na qual foi abordado o entendimento dos alunos sobre a radioatividade, como mostrado no gráfico 2. Percebemos que 50% dos alunos entendiam a radioatividade como algo que emite energia ou radiação, já alguns alunos citaram a radioatividade como algo prejudicial a saúde, talvez pelo fato de “alguns acidentes radioativos como o acidente de Goiânia, as catástrofes de Hiroshima e Nagasaki, o acidente de Chernobyl e o de Fukushima, contribuíram para aumentar o medo, a aversão e o preconceito da população mundial para com o núcleo do átomo” (FALEIRO et. al., 2013).

Gráfico 2: Definição de radioatividade



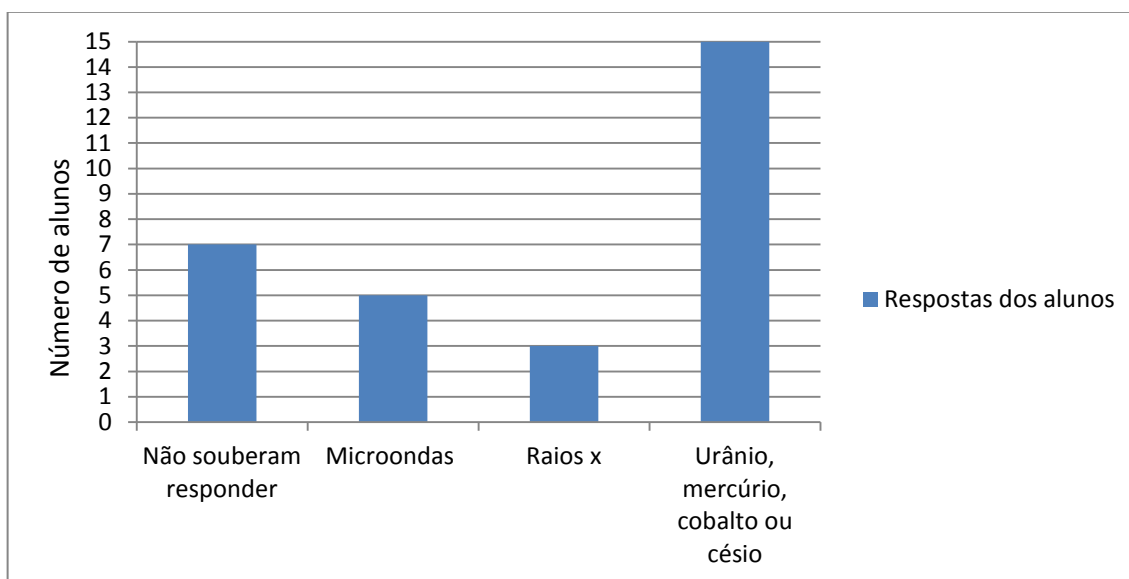
Fonte: Autor (2019)

Na terceira questão os alunos foram indagados se as partículas radioativas podem nos afetar de alguma forma. Como mostrado no gráfico 3, verificamos que a 87% dos alunos responderam que sim, sendo que 15 alunos não justificaram, já os outros citaram como causar doenças, a principal forma de como as partículas radioativas podem nos afetar, reforçando o que Faleiro et. al. (2013) dizem.

Gráfico 3: Efeitos da radioatividade

Fonte: Autor (2019)

Na quarta e última questão, foi perguntado quais os principais elementos radioativos que os alunos conheciam, como pode ser verificado no gráfico 4, boa parte dos alunos citaram os elementos urânio, mercúrio, cobalto ou cério, todos esses sendo elementos radioativos, com exceção apenas do mercúrio. É interessante notar que alguns citaram como elementos radioativos alguns aparelhos como micro-ondas ou máquinas de raios x, relacionando assim, objetos do seu cotidiano com o tema, no entanto, apresentando ideias errôneas, visto que micro-ondas ou máquinas de raios x não são elementos químicos.

Gráfico 4: Principais elementos radioativos

Fonte: Autor (2019)

3.2 Análise da discussão do caso e aula

Após aplicação do questionário inicial e apresentação do caso (Anexo 1), iniciou-se uma apresentação dos principais pontos envolvendo o caso, nesse momento foi possível observar que o caso despertou o interesse dos alunos a respeito do tema, o que fez com eles participassem ativamente da discussão dos principais pontos envolvendo o caso, transcrevo abaixo as principais indagações dos alunos, o quais foram identificados como A1 e A2:

“Por que essa substância em pó brilhava?” (A1).

“Já que esse pó era tão perigoso, por que o dono do hospital deixou ele abandonado no hospital?” (A2).

A respeito da pergunta da pergunta do aluno A1, o pesquisador informou ao aluno que não poderia responder, pois abordaria conceitos que estariam na solução do caso, sobre a pergunta do aluno A2, o pesquisador argumentou que talvez fosse por desconhecimento do material contido na máquina de teleterapia, algo que achava pouco provável, sendo que o dono ou responsáveis pelo hospital deveriam ter esse conhecimento, se tratando desse tipo de material. Após a discussão sobre os principais pontos envolvendo o caso e entrega dos textos informativos (ANEXO 2) e (ANEXO 3), foi iniciada uma aula expositiva sobre o tema radioatividade, nessa aula foram abordados conceitos como a história, os tipos de radiações e aplicações da radioatividade. Nesse momento notou-se que os alunos acompanharam a aula com atenção e mostraram interesse sobre o tema, principalmente no momento em que foram apresentadas a eles as aplicações da radioatividade. A seguir estão algumas figuras obtidas durante a aula:

Figura 1: Aula expositiva



Fonte: Cedida pela professora

Figura 2: Aula expositiva



Fonte: Cedida pela professora

Logo após a aula expositiva os alunos tomaram a iniciativa de perguntar se poderiam pesquisar na internet sobre o tema, para que pudessem buscar mais informações que os ajudassem na solução do caso, sendo respondido pelo pesquisador que sim.

3.3 Análise da apresentação da solução

Após definição dos últimos detalhes da apresentação da solução do caso na quarta, os alunos iniciaram as apresentações, sendo designado que um integrante do grupo apresentasse a solução do caso, no entanto, dando espaço para que os outros integrantes do grupo, pudessem se pronunciar caso achasse necessário, todos os grupos apresentaram a solução do caso, sendo as soluções apresentadas gravadas. Logo abaixo estão algumas figuras obtidas durante as apresentações:

Figura 3: Apresentação da solução do caso



Fonte: Cedida pela professora

Figura 4: Apresentação da solução do caso



Fonte: Cedida pela professora

O primeiro grupo fez uma apresentação com vários detalhes abordando novamente a narrativa sobre o caso e trazendo algumas informações adicionais sobre o caso, como por exemplo, o fato da contaminação de mais pessoas, no momento que a mulher do dono do ferro velho levou a substância em pó para a vigilância sanitária.

“Como a mulher do dono do ferro velho acabou indo para vigilância sanitária de ônibus, mais pessoas foram contaminadas pela radiação”. (GRUPO 1)

O segundo grupo trouxe as características da substância em pó, respondendo de qual substância se tratava, abordando conceitos como elementos isotópicos e como os elementos radioativos agiam no corpo humano.

“Podem causar alterações nas reações que ocorrem nas células dos tecidos vivos, alterando o DNA e podendo causar o aparecimento de células cancerígenas”. (GRUPO 2)

O terceiro grupo abordou assim como o primeiro grupo, novamente a narrativa sobre o caso e algumas outras informações, como por exemplo, alguns dados a respeito da escala internacional de acidentes nucleares, citando a classificação do acidente envolvido no caso, além de outros acidentes nucleares.

“De acordo com a escala internacional de acidentes nucleares, que vai de 0 para o menos grave e 7 para o mais grave, esse acidente foi classificado como número 5, no mundo só existiu dois com numero 7, o desastre em Chernobil e um outro no Japão”. (GRUPO 3)

O terceiro grupo de forma bastante interessante trouxe algumas informações sobre a cápsula contida no interior da máquina de radioterapia.

“Dentro da máquina encontrava-se uma caixa protetora, essa caixa possui uma janela feita de irídio que permitia a passagem de radiação para o meio externo, e também um colimador que seria para absorver toda aquela radiação e controlar sua intensidade”. (GRUPO 3)

O grupo quatro apresentou assim como o grupo dois algumas características da substância em pó, além de como ocorre o processo de liberação de radiação por parte dos elementos radioativos.

“Devido ao grande número de prótons e neutros, são liberadas partículas subatômicas, dando origem à radiação”. (GRUPO 4)

O grupo cinco apresentou algumas informações a respeito da finalidade da maquina de teleterapia, e como ela é usada para destruir tumores, assim como outros grupos, trouxe também as características da substância, além dos perigos da radioatividade.

“A radiação usada era utilizada para destruir tumores, no entanto a radioatividade é bastante perigosa para o corpo humano, pois emite partículas radioativas e ondas eletromagnéticas capazes de atravessar o corpo humano”. (GRUPO 5)

No que diz respeito a solução do caso, foi pedido no final da apresentação que os grupos determinassem qual propriedade da substancia em pó brilhante foi possivelmente a causadora de todos esses problemas de saúde e mortes, e propor um melhor descarte para esse tipo de lixo hospitalar, abaixo estão as soluções apresentadas por cada, conforme mostrado no quadro a seguir:

Quadro 2: Soluções apresentadas

Grupo 1	Propriedade da substância: <i>“Essa substância é o cézio e ele libera energia, por isso ele brilhava a noite, essa</i>
---------	--

	<i>radiação foi a que causou todos esses problemas”.</i> <i>Descarte: “O jeito correto de descartar um lixo hospitalar radioativo e selá-lo em uma caixa e guardá-lo em paredes revestidas com concreto”.</i>
Grupo 2	<i>Propriedade da substância: “A substância era o cézio 137 e é bastante perigoso para o ser humano, por que ele emite radiações capazes de atravessar o corpo humano”.</i> <i>Descarte: “A norma CNEN NE-6.02 determina orientações para o descarte de resíduos de lixo hospitalar, se esse resíduo não for coletado adequadamente pode causar vários danos, o destino certo é geralmente o solo, dentro de um material adequado e depois coberto por concreto”.</i>
Grupo 3	<i>Propriedade da substância: “A substancia tratada no caso é o cézio 137 e ele é bastante perigoso, pois libera radiação, que pode causar infertilidade e câncer”.</i> <i>Descarte: “O melhor descarte da substância era o aterro sanitário ou então em um sarcófago revestido por uma membrana metálica”.</i>
Grupo 4	<i>Propriedade da substância: “A substância era o cézio 137, e ele emitia partículas ionizantes”.</i> <i>Descarte: “Esse tipo de lixo deve ser mantido dentro de um material adequado e coberto com concreto”.</i>

Grupo 5	Propriedade da substância: <i>“A substância emitia radiações, bastante perigosas para o corpo humano, o nome da substância é o cézio 137, um isótopo radioativo”.</i> Descarte: <i>“O descarte mais eficiente seria guardá-lo e levar a um local adequado”.</i>
---------	---

Fonte: Autor (2019)

Observa-se que todos os grupos apresentaram soluções aceitas pelo pesquisador, trazendo inclusive normas para descarte do lixo, além de novas informações, demonstrando um comprometimento e interesse pela atividade, alguns também abordaram nas apresentações a responsabilidade do acidente, conforme mostrado nas falas a seguir:

“Todas as mortes e mal estares ocorridos poderiam ser evitados se os responsáveis pelo hospital tivessem descartado a maquina em um local adequado e não feito de maneira imprudente”. (GRUPO 1)

“Os responsáveis pelo hospital deveriam de descartado o material em um local adequado, sendo culpado pelos todos os problemas causados”. (GRUPO 2)

Notando que os mesmos também se preocuparam com as questões sociais, concluindo que a gestão do hospital teria sido a responsável por todo o ocorrido, pois deveria ter feito o descarte do material de forma correta, evitando todos os danos causados, esse tipo de discussão torna-se importante, pois a escola necessita promover ações reflexões-intervenções educativas, que contribuem direta e intencionalmente na construção humana e no exercício da Cidadania (ZAMBON; ARAUJO, 2014).

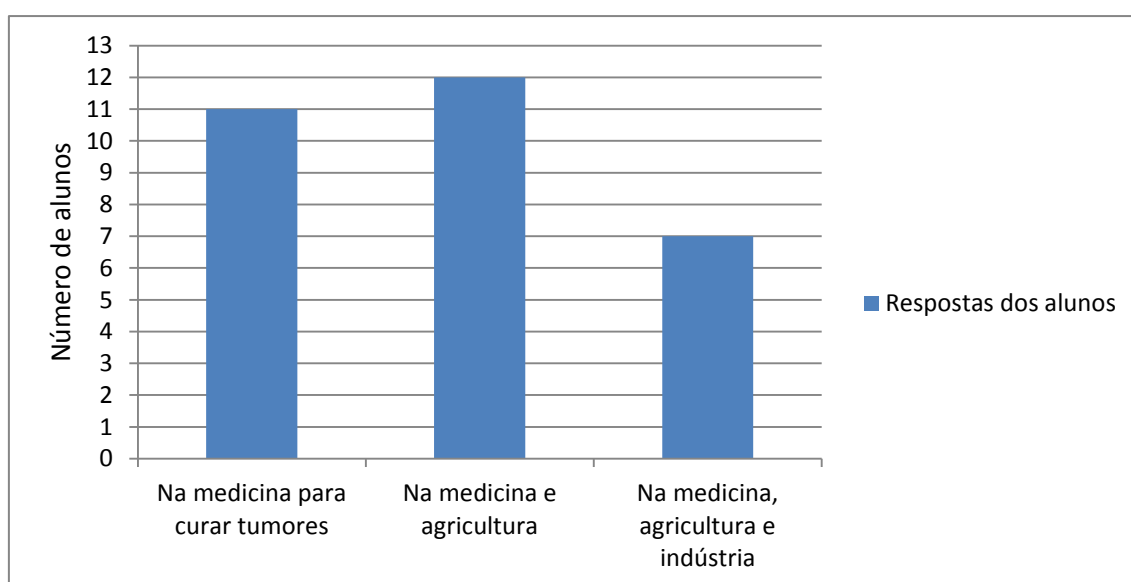
Após as apresentações foram feitas algumas considerações finais, onde foi dito que todos os grupos trouxeram boas soluções para o caso, abordando de forma bastante interessante, além disso, expliquei de forma mais técnica, conceitos envolvendo a propriedade da substância, como por exemplo, partícula liberada e tempo de meia vida. Outro ponto abordado foi a importância do descarte adequado dos lixos produzidos por nós seres humanos, seja o lixo hospitalar ou o doméstico.

3.4 Análise do questionário final

No último encontro foi aplicado o questionário final (APÊNDICE 2), com a finalidade de analisar a aprendizagem sobre o tema radioatividade, esse questionário possuía cinco questões.

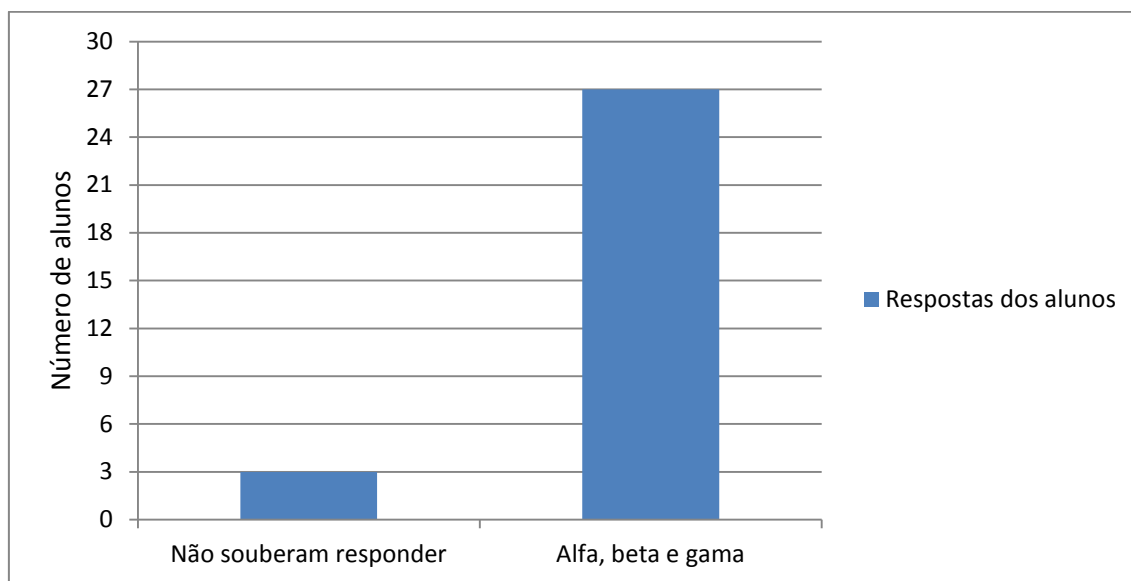
Na primeira questão foi pedido que os alunos citassem alguns usos da radioatividade, como mostrado no gráfico 5, 100% dos alunos citaram a medicina como área onde a radioatividade pode ser usada, visto que essa aplicação da radioatividade foi abordada no caso, alguns alunos também citaram o uso na agricultura e indústria, respostas essas também corretas.

Gráfico 5: Aplicações da radioatividade



Fonte: Autor (2019)

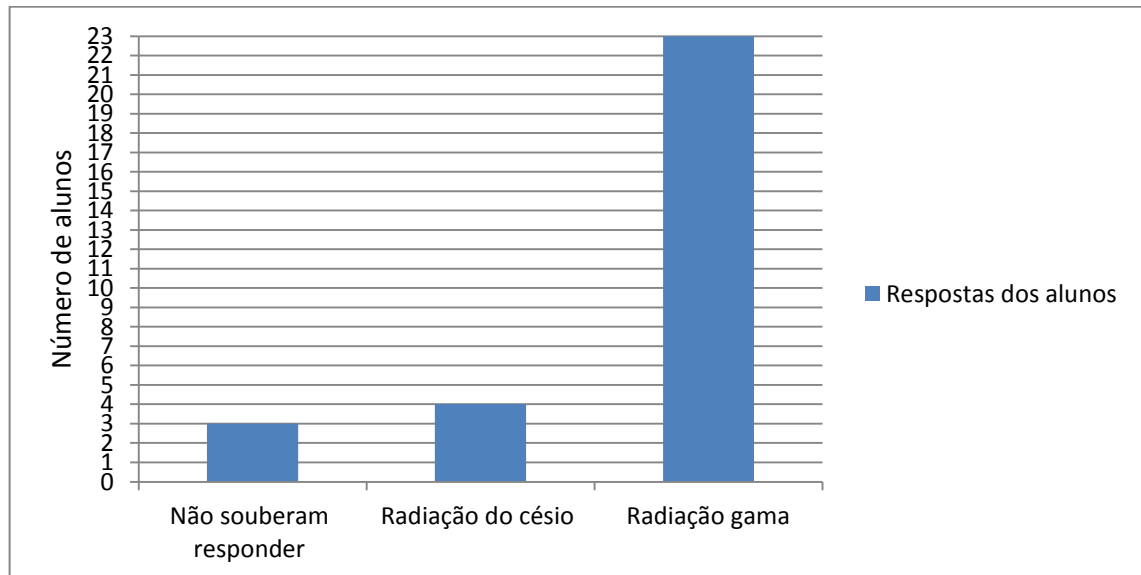
Na segunda questão, foi pedido que os alunos citassem os tipos de radiações, como mostrado no gráfico 6:

Gráfico 6: Tipo de radiações

Fonte: Autor (2019)

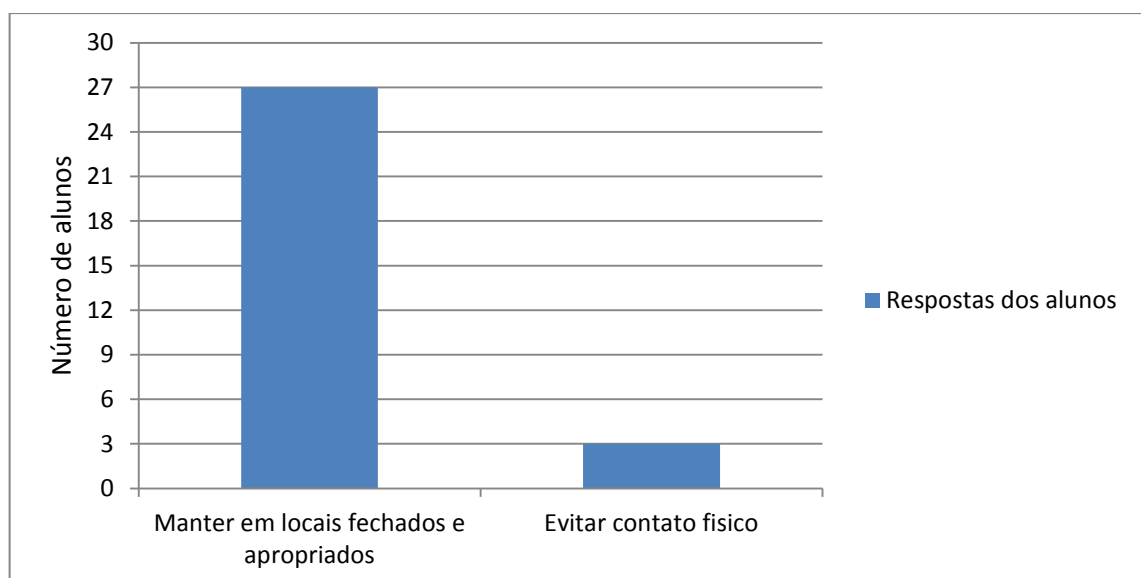
Observa-se que 27 alunos responderam corretamente essa questão e somente 3 alunos não souberam responder, sendo um bom indicativo de aprendizagem nesse conceito envolvendo o tema.

Na terceira questão foi pedido que os alunos citassem o tipo de radiação com maior poder de penetração, como mostrado no gráfico 7, sendo que a maioria dos alunos responderam de forma correta essa questão, no entanto, nota-se que alguns alunos citaram de maneira errônea como radiação com maior poder de penetração a do cézio, talvez por ter levado em consideração todos os danos causados pelo cézio no caso abordado.

Gráfico 7: Tipo de radiação com maior poder de penetração

Fonte: Autor (2019)

Na quarta questão, os alunos foram indagados quais os tipos de cuidados devem ser tomados ao fazer o descarte de materiais radioativos, como mostrado no gráfico 8, a maioria dos alunos responderam corretamente, descrevendo de maneira geral que esses tipos de materiais deviam ser mantidos em locais fechados e apropriados.

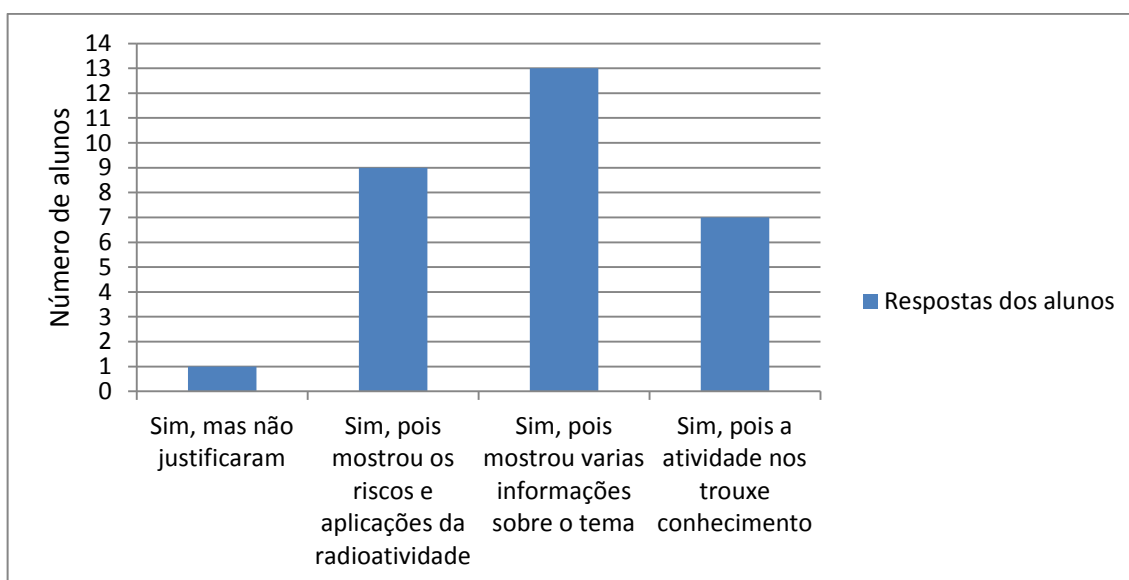
Gráfico 8: Descarte de lixo radioativo

Fonte: Autor (2019)

Esse tipo de questão torna-se importante pois envolve a educação ambiental e o exercício da cidadania, trabalhar com Educação Ambiental torna-se importante para a formação de um cidadão consciente com as questões referentes à destinação dos resíduos sólidos (GUSMÃO apud BRITES; CABRAL, 2011).

Na quinta e última questão, foi perguntado aos alunos se atividade favoreceu o entendimento sobre o tema radioatividade, como mostrado no gráfico 9, todos responderam que sim, sendo a justificativa mais frequente o fato da atividade mostrar várias informações sobre o tema.

Gráfico 9: Estudo de caso como facilitador da aprendizagem



Fonte: Autor (2019)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das respostas obtidas nos questionários inicial e final, além das apresentações dos casos, percebeu-se que os alunos compreenderam alguns tópicos relacionados as questões sociais sobre o tema radioatividade, assim como suas aplicações em diferentes áreas. Contudo, a estratégia se mostrou limitada para as discussões do conteúdo, mesmo ele tendo sido discutido durante as aulas faltou um maior tempo e estratégia para explorar os conteúdos, que poderia ter sido realizado pelo estudo de caso.

Entretanto, acreditamos que a utilização de um estudo de caso abordando questões sociais de forma contextualizada sobre a temática radioatividade demonstra ser uma alternativa capaz de contribuir para a aprendizagem de estudantes do ensino médio sobre o conteúdo da radioatividade, foi perceptível o interesse e engajamento dos alunos seja por meio das dúvidas expostas e participação ou através da pesquisa de novas informações sobre o caso.

Percebe-se também que a atividade contribui para o desenvolvimento da cidadania por parte dos alunos, visto que os mesmos abordaram questões como a responsabilidade do acidente, dessa conscientizando-se sobre a importância do descarte adequado do lixo hospitalar radioativo, assim como outros tipos de lixos.

REFERÊNCIAS

ALBA, J. Estudo de casos: **Uma proposta para o ensino de química orgânica no ensino médio**. 2010. 44 f. Trabalho de conclusão. Instituto de química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

ARAÚJO, L. A. *et. al.* A radioatividade no cotidiano: atividade com educandos no ensino médio. **Experiências em Ensino de ciências**, n.4, maio. 2018, p. 160-169.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1999.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio**. Brasília, MEC, SEB, 2006. 239p, vol 1. Linguagens, códigos e suas tecnologias, p.109. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_01_internet.pdf> Acesso em: 04 de jun. 2019.

BRITES, A. S; CABRAL, I. E. Pesquisando o Tema Resíduos Sólidos nas Atas do ENPEC. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências*, 8; Congresso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias, 1, 5-9 dez. 2011, Campinas, **Atas...** Campinas, EMPEC, 2011. p. 1-11. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0694-1.pdf>>. Acesso em: 02 de jun. 2019.

BRUCKMANN, M.E., FRIES, S.G. Radioatividade. **Texto de Apoio ao Professor de Física**, n. 2, 1991.

DOMINGUINI, F.; CLEMES, G.; ALLAIN, O. Análise do tema radioatividade nos livros didáticos do pndem à luz da teoria da aprendizagem significativa e dos pressupostos c,t&s. **Revista Técnico Científica**, Santa Catarina, v.3, n.1, p. 455-466, 2012.

FALEIRO, J. H. *et al.* Avaliação do nível de conhecimento de estudantes de licenciatura em química (if goiano – câmpus urutaí) sobre a radioatividade. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 9, n. 16; p.16-23, jul. 2013.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 3, n. 35, p.20-28, jun. 1995.

GOMES, C. L. (Org.). **Dicionário crítico do lazer**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2004.

KRAGH, H., **Studies in History and Philosophy of Modern Physics**, 2000.

MELLO, R. M. Q.; MICARONI, L.; CUNHA, M. M. Química na Prática: divulgando a química nas escolas. **Revista Extensão em foco**, n. 17, out/dez. 2018, p.149-163.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na administração: estruturação e recomendações para sua condução. **Produção**, v. 17, n. 1, p.216-229, jan./abr. 2007.

Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). PCN+ Ensino médio: **orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, DF: MEC/Semtec, 2002.

MIRANDA, D. G. P; COSTA, N. S. **Professor de Química: Formação, competências/habilidades e posturas**. 2007.

PATTON, M. G. **Qualitative Research and Evaluation Methods**, 3 ed. Thousand Oaks, CA: Sage, 2002.

PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, M. E. S. O estudo de caso como estratégia metodológica para o ensino de química no nível médio. **Revista ciências & ideias**. v. 5, n.2, p. 03, mai./ago. 2014.

PINTO, G. T.; MARQUES, D. M. Uma proposta didática na utilização da história da ciência para a primeira série do ensino médio: Radioatividade no cotidiano. **História da ciência e ensino: construindo interfaces**, v.1, p.27-57, 2010.

SANCHES, M. B.; OLIVEIRA, J. H. L.; NEVES, M. C. D.; RESQUETTI, S. O. **A Inserção Da Física Moderna e Contemporânea No Currículo Do Ensino Médio**, p. 01-11. Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática, Maringá, 2006.

SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R. P. **Educação Química: compromisso com a cidadania**. 3. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2003. 144 p.

SANTOS, J. F. dos. et al. Radioatividade: uma proposta para o ensino de química com enfoque ctsa. in: congresso nacional de educação, 4., 2017, João Pessoa-PB. **Anais...**. Campina Grande-PB: Editora Realize, 2017. v. 1, p. 1 - 8. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV073_MD1_SA16_ID3068_11092017180544.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2019.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos no Ensino de Química**. Campinas: Editora Átomo, 2009. 95p.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de Caso no Ensino de Química**. Campinas: Átomo, 2010. 106p.

SILVA, A. C.; AQUINO, G. S.; DANTAS, S. L. A.; CONCEIÇÃO, M. M.; SILVA, G. P.; SANTOS, J. C. O. **Uma nova abordagem da radioatividade no ensino médio**. Centro de Educação e Saúde, Unidade Acadêmica de Educação, UFCG, Cuité, 2007.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. **A pesquisa científica**. In: GERHARDT, T.E; SILVEIRA, D.T, (Orgs.) Métodos de pesquisa. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. **International Journal Of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 195-219, 2002.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de química. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/04-CCD-151-12.pdf>. Acesso em: 04 de jun. 2019.

WITTMANN, L. C.; KLIPPEL, S. R. **A prática da Gestão Democrática no Ambiente Escolar**. Curitiba: Ibpx, 2010.

ZANON, L. B. & MALDANER, O. A. **Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica no Brasil**. Ed. Unijuí: Ijuí, 2007.

APÊNDICE 1
QUESTIONÁRIO INICIAL

- 1) Qual a importância do estudo da química para a sua vida e como ela pode relacionar com o seu curso?**

- 2) O que você entende por radioatividade?**

- 3) Você acha que as partículas radioativas por nos afetar de alguma forma?**

- 4) Cite quais os principais elementos radioativos que você conhece:**

APÊNDICE 2
QUESTIONÁRIO FINAL

- 1) Em uma das etapas dessa atividade foi abordado como a radioatividade pode ser usada, cite alguns usos da radioatividade.**

- 2) Radiações são ondas eletromagnéticas ou partículas que se propagam com velocidade e energia elevada, que em contato com uma determinada matéria produz efeitos sobre ela. Cite quais são os tipos de radiações.**

- 3) Qual tipo de radiação tem maior poder de penetração e oferece maior risco para saúde?**

- 4) A partir do caso, quais os tipos de cuidados você acha que devem ser tomados ao fazer o descarte desses materiais?**

- 5) Você acredita que a atividade favoreceu o entendimento sobre o tema radioatividade? Justifique**

ANEXO 1

LIXO HOSPITALAR: UM PERIGO DE PROPORÇÕES DEVASTADORAS

A história começa em 1985, quando um instituto de tratamento de câncer desativa sua unidade de Goiânia. Quase todos os equipamentos foram levados, mas uma máquina de teleterapia é deixada para trás.

Em setembro de 1987, o aparelho chama a atenção de dois catadores de lixo. Pensando em vender as peças, eles a levam para casa, desmontam-na e entram em contato com uma cápsula que continha um pó. Em dois dias, os catadores sentem alguns sintomas como náuseas, vômitos, tonturas e diarreia.

O dono de um ferro-velho compra a máquina e manda dois de seus funcionários retirarem as peças mais valiosas. Dentro do aparelho, eles acham a cápsula que continha um pó. À noite, seu brilho verde-azulado chama a atenção. Pensando ser algo de grande valor, o proprietário do ferro-velho a leva para casa.

Orgulhoso de ter em mãos algo que parecia muito valioso, o dono do ferro-velho recebe a visita de muita gente. Assim como os dois catadores de lixo, todas as pessoas que chegam perto da substância em pó têm os mesmos sintomas de indisposição, mas ninguém suspeita da causa.

O irmão do dono do ferro-velho o visita e leva um pouco da substância para casa. Durante o jantar, ele o mostra para seus filhos e contamina a comida sobre a mesa. Sem perceber, sua filha de 7 anos ingere pão com um pouco do pó. Um mês depois, Leide das Neves Ferreira morre.

Duas semanas depois, a esposa do dono do ferro-velho percebe que todas as pessoas expostas ao pó brilhante ficavam doentes. Intrigada, leva a cápsula para a Vigilância Sanitária. Algum tempo depois ela também morre.

Sabe-se que todas as pessoas que tiveram contato com esse pó tiveram problemas de saúde, sabendo disso um grupo de estudantes que estavam estagiando no centro de vigilância sanitária junto com um químico experiente que trabalhava há alguns anos nesse centro, terão que analisar esse pó e determinar qual propriedade ele apresentava foi a causadora de todos esses problemas de saúde e propor um melhor descarte para esse tipo de lixo hospitalar.

Fonte: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/o-que-foi-o-acidente-com-o-cesio-137/>

ANEXO 2

COMO É FEITA A RADIOTERAPIA?

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

Para programar o tratamento, é utilizado um aparelho chamado simulador. Através de exames de imagem, o médico delimita a área a ser tratada, marcando a pele do corpo com uma tinta vermelha. Para que a radiação atinja somente a região marcada, em alguns casos pode ser feito um molde de plástico para que o paciente se mantenha na mesma posição durante a aplicação como nos pacientes que tratam cabeça e pescoço. Nesses casos a marcação é realizada no molde de plástico ou máscara.

De acordo com a localização do tumor, a teleterapia é feita de duas formas:

- Radioterapia externa ou teleterapia: Utiliza uma fonte externa de radiação com isótopos radioativos, à radiação é emitida por um aparelho, que fica afastado do paciente, direcionado ao local a ser tratado, com o paciente deitado. As aplicações são geralmente diárias.
- Braquiterapia: Aplicadores são colocados pelo médico em contato com o local a ser tratado e a radiação é emitida do aparelho para os aplicadores. Esse tratamento é feito no ambulatório (podendo necessitar de anestesia), de uma a duas vezes por semana.

Fonte: <https://www.inca.gov.br/perguntasfrequentes/como-e-feita-radioterapia>

ANEXO 3

O QUE SÃO FONTES RADIOATIVAS?

Uma fonte de radioatividade consiste em qualquer corpo ou material que apresenta radioatividade, ou seja, que tenha a capacidade de emitir energia sob a forma de partículas ou radiação eletromagnética.

Nas fontes seladas, o isótopo radioativo está contido em um recipiente fechado não existe contato direto do referido isótopo com o organismo a ser irradiado, não havendo possibilidade, em condições normais, de contaminação radioativa.

O uso de radioisótopos sob forma não selada, normalmente, dá origem a rejeitos radioativos, os quais tem que ser dispostos de maneira responsável e segura, pois são extremamente nocivos.

Fonte: <https://moodle.ufsc.br/mod/resource/view.php?id=528635>