

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONAL**

LEOMAR DE BORTOLI

**VISITAS AO SETOR DE RADIOLOGIA HOSPITALAR COMO UM RECURSO
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO PARA O ENSINO DE RADIAÇÕES
IONIZANTES**

CAXIAS DO SUL, RS

2017

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

**VISITAS AO SETOR DE RADIOLOGIA HOSPITALAR COMO UM RECURSO
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO PARA O ENSINO DE RADIAÇÕES
IONIZANTES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Caxias do Sul, sob a orientação do Prof. Dr. Alexandre Mesquita e coorientação da Prof. Dra. Marilda Spíndola, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

CAXIAS DO SUL

2017

D287v De Bortoli, Leomar

Visitas ao setor de radiologia hospitalar como um recurso potencialmente significativo para o ensino de radiações ionizantes / Leomar De Bortoli. – 2017.

111 f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, 2017.

Orientação: Alexandre Mesquita.

Coorientação: Marilda Spíndola.

1. Radiação ionizante. 2. Visita técnica. 3. Práticas educacionais. I. Mesquita, Alexandre, orient. II. Spíndola, Marilda, coorient. III. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UCS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Visitas ao setor de radiologia hospitalar como um recurso potencialmente significativo para o ensino de radiações ionizantes

Leomar De Bortoli

Dissertação de Mestrado submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Caxias do Sul, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Caxias do Sul, 22 de junho de 2017.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Alexandre Mesquita (orientador)
Universidade de Caxias do Sul

Prof^ª. Dr^ª. Marilda Machado Spíndola (coorientadora)
Universidade de Caxias do Sul

Prof^ª. Dr^ª. Emico Okuno
Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Odilon Giovannini Junior
Universidade de Caxias do Sul

RESUMO

Considerando que a escola deve formar indivíduos preparados para o exercício da cidadania, ela precisa apresentar os conteúdos, definidos no cronograma escolar, de uma forma mais aproximada ao cotidiano do aluno. O objetivo deste trabalho é a proposição de uma sequência didática para preparar e orientar estudantes do ensino médio à visita técnica em setor de radiologia hospitalar como um recurso potencialmente significativo para o ensino de radiações ionizantes, e ampliar a qualidade na formação do estudante de ensino médio, a partir da vivência de experiências que locais distintos da tradicional sala de aula oferecem. A visita técnica é um recurso didático-pedagógico que obtém ótimos resultados educacionais, pois os estudantes podem observar os conceitos analisados em sala num ambiente real, tornando o processo mais motivador e significativo para a aprendizagem, fazendo com que se amplie ao estudante o conceito de integração, de reflexão e ação, teoria e prática. A sistematização das várias etapas do trabalho, tanto em nível da prática pedagógica, como da investigação teórica, baseou-se na estratégia das unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS). Com a expectativa de apoiar outros professores que tenham interesse em trabalhar o tema radiações ionizantes, ao final foi gerado como produto da presente dissertação uma sequência didática em oito aulas, que envolvem a preparação prévia da visita técnica ao setor de radiologia hospitalar, a visita em si, e a abordagem posterior para consolidação dos conteúdos. Para a análise dos resultados foram utilizados métodos qualitativos, como a construção de mapas conceituais, dramatização e construção de maquetes.

Palavras-chave: radiação ionizante, visita técnica, práticas educacionais.

ABSTRACT

Whereas the school must train individuals prepared for the exercise of citizenship, it must display the contents more closely related to the daily life of the student. The objective of this work is to propose a didactic sequence to prepare and guide high school students to technical visit in a hospital radiology department as a potentially significant resource for the teaching of ionizing radiation, and increase the quality of training high school student from the life experiences that different sites of traditional classroom offer. The technical visit is a didactic-pedagogic resource that get great educational results, as students can observe the concepts discussed in class in a real environment, making it a more motivating and meaningful process for learning, causing it to expand the student the concept of integration, reflection and action, theory and practice as well. The systematization of the various stages of the work, both in terms of pedagogical practice and theoretical research, was based on the strategy of potentially significant teaching units. With the expectation of supporting other teachers who are interested in working the issue ionizing radiation, at the end it was generated as a product of this dissertation a didactic sequence in eight classes, which involve the prior preparation of the technical visit to the hospital radiology department, the visit itself, and further approach to consolidation of the contents. For the analysis of the results were used qualitative methods, such as the construction of concept maps, role play and building models.

Keywords: ionizing radiation, technical visit, educational practices.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Mapa que mostra alguns tópicos que são estudados em FM.	14
FIGURA 2: Espectro Eletromagnético	25
FIGURA 3: Poder de penetração das partículas α , β e γ	27
FIGURA 4: Modelo de avaliação para averiguar a efetividade de uma visita técnica	37
FIGURA 5: Espaço formal e não formal	39
FIGURA 6: Recorte das respostas às questões, aplicado na terceira aula, antes da visita técnica por um estudante	52
FIGURA 7: Resposta da questão nove, do questionário aplicado antes da visita técnica de um estudante.....	53
FIGURA 8: Resposta da questão nove, aplicado depois da visita técnica de um estudante.....	53
FIGURA 9: Recorte do mapa conceitual 1, do estudante 2, antes da visita técnica	56
FIGURA 10: Explicação do mapa conceitual 1, do estudante 2, antes da visita	57
FIGURA 11: Recorte do mapa antes da visita técnica, do estudante 3	58
FIGURA 12: Recorte do mapa conceitual 1, do estudante 3. Esta representando a falta de conexão entre as informações.....	59
FIGURA 13: Recorte mapa conceitual do estudante 2, construído após a visita técnica	61
FIGURA 14: Recorte do mapa conceitual do estudante 3, construído após a visita técnica	62
FIGURA 15: Representação de exame de raios-x do abdômen.....	65
FIGURA 16: Representação do exame de raios-x da mão de forma incorreta.....	66
FIGURA 17: Representa a imagem de um exame do tórax, em que é possível notar o adereço metálico (em forma de coração).....	67
FIGURA 18: Maquete representando a sala e equipamento de radioterapia em funcionamento	68
FIGURA 19: Maquete representando falha no equipamento. Indicando dispositivos de segurança. 69	
FIGURA 20: Maquete representando a sala somente iluminada.....	70
FIGURA 21: Respostas do primeiro questionário aplicado antes da visita	106
FIGURA 22: Respostas do segundo questionário aplicado após a visita técnica.....	107
FIGURA 23: Primeiro mapa conceitual solicitado ao estudante 2, após a visita técnica	108
FIGURA 24: Segundo mapa conceitual solicitado ao estudante 2, após a visita técnica	109
FIGURA 25: Primeiro mapa conceitual solicitado ao estudante 3, antes da visita técnica	110
FIGURA 26: Segundo mapa conceitual solicitado ao estudante 3, após a visita técnica	111

Sumário

1. INTRODUÇÃO	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.2. Unidades de ensino potencialmente significativa.....	19
<i>2.2.1. Etapas para a implementação de uma UEPS.....</i>	<i>20</i>
2.3. O processo de ensino e aprendizagem na visita técnica	21
2.4. Avaliação qualitativa.....	23
2.5. Temática teórica aplicada ao processo de ensino e aprendizagem	24
<i>2.5.1. Radiação.....</i>	<i>24</i>
<i>2.5.2. Aplicação das radiações ionizantes: tipos e unidades de medida.....</i>	<i>26</i>
2.6. Unidades de medida e radiação.....	27
2.7. Fontes de radiação	28
<i>2.7.1. Teleterapia ou radiação externa</i>	<i>28</i>
2.8. Medicina nuclear	30
<i>2.8.1. Radiofármacos.....</i>	<i>31</i>
2.9. Efeitos biológicos das radiações ionizantes	31
<i>2.9.1. Estágios da ação da radiação ionizante</i>	<i>32</i>
<i>2.9.2. Mecanismos de ação da RI.....</i>	<i>32</i>
2.10. Sequência dos principais acidentes radioativos	33
<i>2.10.1. Chernobyl</i>	<i>33</i>
<i>2.10.2. Goiânia.....</i>	<i>33</i>
<i>2.10.3. Fukushima, 2011</i>	<i>35</i>
3. VISITAS TÉCNICAS EM AMBIENTES HOSPITALARES COMO ESTRATÉGIAS DE ENSINO PARA ESTUDOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES	36
3.1. Espaço de educação formal, não formal e informal.	38

4. PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS	41
4.1. Princípios que orientaram a construção metodológica	41
4.2. Planejamento.....	43
4.3. Produto da dissertação	44
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	47
5.1. Questionário 1	47
5.2. Questionário 2.....	49
5.3. Mapas conceituais.....	55
5.4. Maquetes e Dramatização	64
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	72
7. REFERÊNCIAS	75
APÊNDICE A	86
APÊNDICE B.....	106
APÊNDICE C	108
APÊNDICE D	110

1. INTRODUÇÃO

A escola possui um grande desafio, que é a formação de indivíduos preparados para o exercício da cidadania. Como destacado na carta ao professor, no MEC:

A qualidade da escola é condição essencial de inclusão e democratização das oportunidades no Brasil, e o desafio de oferecer uma educação básica de qualidade para a inserção do aluno, o desenvolvimento do país e a consolidação da cidadania é tarefa de todos. (BRASIL, 2006, p. 5)

No campo da Física, há temas que são pouco trabalhados, mas que por sua importância podem contribuir para o cumprimento de tais diretrizes. Essa preocupação com determinados conteúdos também é destacado pelo MEC:

“... fácil de ser constatado ao analisarmos os livros didáticos tradicionais, diz respeito à ausência neles de muitos dos conhecimentos necessários à compreensão do mundo contemporâneo. Não estão presentes, por exemplo, conhecimentos de Física que permitam compreender as telecomunicações, internet, telefonia celular, ou a contribuição da Física aos desenvolvimentos atuais da área de diagnóstico médico, ou, ainda a Física dos fenômenos ambientais...”(BRASIL, 2003, p. 23)

Um desses temas, dentro da Física Moderna, é o das Radiações Ionizantes (RI). O conteúdo de radiações ionizantes é um tema importante, pois está difundido na sociedade atual, em contextos que vão desde aplicações hospitalares à produção de energia em usinas nucleares, culminando com as discussões bélicas a respeito da utilização das armas nucleares. Porém, no Ensino Médio é difícil de ser abordado, pois nos cronogramas escolares ele é reservado geralmente para o final do terceiro ano e está incluído no tópico de Física Moderna. Como destacado por Leonel e Souza (2009), isto é inaceitável, pois prejudica a alfabetização científica e tecnológica e rompe a conexão entre a Física e o cotidiano do estudante.

Quando uma discussão com os estudantes sobre Radiação Ionizante (RI) é aberta, espera-se que eles falem sobre o que sabem ou o que imaginam saber a respeito desse assunto. Geralmente surgem questões quanto ao que é divulgado nos meios de comunicações como, por exemplo, o acidente em Chernobyl, o acidente em Goiânia, o desastre no Japão, etc. Através desses questionamentos, e conjuntamente com as informações que o professor possui, os alunos podem perceber que a radiação ionizante é uma energia que pode ser utilizada em diversas frentes. Mas, ao mesmo tempo em que descobrem isso, questionam-se sobre o porquê de sua utilização, uma vez que ela pode trazer consequências desastrosas. Portanto,

faz-se necessário que o tema das radiações ionizantes esteja presente de forma mais clara em coleções didáticas desde o Ensino Fundamental. A inquietação em aprimorar o ensino das RI também é destacada em outros trabalhos acadêmicos, listados a seguir.

Na dissertação *A Física das Radiações em Sala de Aula: Do Projeto à Prática*, desenvolvido por Alexandre Marcelo Pereira (2014), o autor enfatiza que um sério esforço deve ser feito nos currículos de Física do Ensino Médio de modo a abordar o tema, caso contrário, um aspecto importante da nossa vida moderna continuará a ser um mistério para os estudantes.

Com o intuito de aprimorar o ensino das RI, Wellington Batista de Souza (2009), na sua dissertação *Física das Radiações: Uma Proposta Para o Ensino Médio* propõe atualização curricular do ensino de ciências através da inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea, e apresenta uma sequência didática de um curso de Física das radiações voltado para o Ensino Médio.

Mas isso não fica restrito somente à disciplina de Física, pode e deve ser trabalhado em outras disciplinas como, por exemplo, a disciplina de Química. Em 2014, no IV Simpósio Nacional de Ensino a Ciência e Tecnologia, foi apresentado o trabalho *Sequência Didática: Radioatividade no Ensino de Química com enfoque CTS*, SINECT (2014). Nesse trabalho, os autores propõem uma sequência didática para trabalhar o conteúdo de radioatividade na disciplina de Química, com o objetivo de oferecer ao professor mais uma ferramenta potencializadora para que o estudante adquira condições de correlacionar o conhecimento científico sobre radioatividade com o cotidiano e possa entender as relações e implicações da Ciência e da Tecnologia na Sociedade.

Também, preocupada com a abordagem sobre o tema, a jornalista Kika Salvi (2011), numa reportagem publicada na revista *Escola*, 2014, intitulada *Radioatividade: como Trabalhar o Assunto em Sala de Aula*, destaca as palavras de Fúrio Damiani, docente de Física da Unicamp, e explica porque é importante aproximar o conteúdo do cotidiano dos alunos: "eles precisam entender o impacto daquilo em sua vida e é possível mostrar que esse fenômeno não está tão afastado de nós." (SALVI, 2011)

Por isso, há a necessidade de o professor buscar recursos didáticos que possam contribuir na preparação de aulas contextualizadas, oferecendo, dessa forma, melhores condições para o desenvolvimento de habilidades e competências do estudante. Com o

objetivo de ampliar a compreensão dos estudantes, no que se refere ao conteúdo de radiações ionizantes, foi elaborada uma sequência didática fundamentada na Teoria de Aprendizagem Significativa, denominada Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), como proposta por Moreira (2011). Na construção da UEPS, atividades diversificadas foram contempladas, entre elas, visitas técnicas ao setor de radiologia hospitalar como um recurso para o ensino das RI, que busca tornar um tópico de alta complexidade acessível aos alunos do Ensino Médio.

No decorrer de estudos e pesquisas propostos nessas UEPS sobre o uso das RI, o aluno terá a possibilidade de compreender que o assunto é amplo, pois, mesmo havendo o auxílio da internet, de vídeos, de livros e do professor como mediador do conhecimento, a sala de aula acaba se tornando um espaço restrito, surgindo assim a necessidade de vivenciar situações reais da aplicação das radiações ionizantes.

A construção de um laboratório na escola para o estudo das radiações ionizantes torna-se inviável, tendo em vista que essa construção deve levar em conta vários quesitos, tais como custos, projeto de construção, projeto de instalações, recomendações específicas, normas de segurança, etc. Mas isso pode ser equacionado através de visitas técnicas em ambientes hospitalares que utilizam a radiação ionizante, onde os alunos poderão observar a rotina dos setores, a disposição dos equipamentos, trocar informações com os técnicos e perceber o nível de formação necessária para atuar nessa área. Um exemplo da pertinência de tal estratégia pode ser encontrado no trabalho de Ronaldo Conceição da Silva (2012), que propôs o ensino de radiações ionizantes por meio de produção de vídeos por estudantes da 3ª série do Ensino Médio, a partir de dados coletados por meio de uma entrevista, de atividades escritas pelos estudantes, e de transcrições dos diálogos ocorridos durante as atividades e da visita técnica ao setor de radioterapia.

Para avaliar a possibilidade dessa proposta como instrumento efetivo no processo de aprendizagem, uma turma de estudantes da 3ª série do Ensino Médio foi preparada e conduzida a uma visita ao setor de radiologia de um hospital de sua região. Na preparação, foi inicialmente oportunizado um espaço para o diálogo, quando os estudantes falaram o que sabiam sobre o tema RI. Também foi aplicado um questionário antes da visita, e solicitado a construção de um mapa conceitual, com o objetivo de observar quais os conhecimentos adquiridos pelos estudantes sobre RI com as pesquisas bibliográficas e com os documentários.

Após a visita, foi solicitada novamente a construção de um mapa conceitual e aplicado outro questionário. Também foi proposta a construção de maquetes e dramatização (com teatro) sobre os setores e equipamentos observados.

A dificuldade no ensino de radiações ionizantes, observada pelo autor desse trabalho, foi vivenciada nos 12 anos que tem lecionando Física para o Ensino Médio. Esse conteúdo, na maioria dos livros didáticos, encontra-se no final, e está inserido no capítulo de Física Moderna, como já comentado anteriormente. O que é preocupante, pois, além de contemplar um dos conteúdos da Física Moderna, o estudo das RI também se encontra nas recomendações fornecidas nos PCNEM + ¹para explicar o que é, no tema matéria-energia, sendo este o quinto tema estruturador no ensino da Física:

“O cotidiano contemporâneo depende, cada vez mais intensamente, de tecnologias baseadas na utilização de radiações e nos avanços na área da microtecnologia. Introduzir esses assuntos no ensino médio significa promover nos jovens competências para, por exemplo, ter condições de avaliar riscos e benefícios que decorrem da utilização de diferentes radiações, compreender os recursos de diagnóstico médico (radiografias, tomografias etc.), acompanhar a discussão sobre os problemas relacionados à utilização da energia nuclear ou compreender a importância dos novos materiais e processos utilizados para o desenvolvimento da informática.” (BRASIL, 2009, p. 77)

Com os avanços científicos e tecnológicos, surgem questionamentos dos alunos sobre determinado equipamento que utiliza radiação eletromagnética, ou de situação que a envolve. Por exemplo, sobre o funcionamento de uma televisão de plasma e/ou uma de LED; de um forno de micro-ondas; de celulares, que cada vez mais aumentam seus recursos; ou ainda informações sobre acidentes radioativos, sobre usinas nucleares, etc. Questionamentos estes que envolvem situações do dia a dia, as quais os alunos viram ou ouviram falar. Percebe-se que, quando o conteúdo exposto em sala tem uma conexão com o cotidiano, eles demonstram melhora no interesse.

Assim, podemos constatar que o conteúdo das RI, relacionado com o cotidiano, proporciona aos estudantes melhores condições para compreender tais fenômenos, aprimorando sua formação científica.

Com isso, a busca por ambientes externos, com a intencionalidade de complementar o

¹ PCNEM+ - Ensino Médio Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais

conteúdo de sala de aula, faz com que se amplie ao estudante o conceito de integração, de reflexão e ação, teoria e prática. É de fundamental importância propiciar um ambiente em que o estudante possa fazer conexões do que vem estudando na teoria com a prática propriamente dita, através da interação com profissionais, estruturas e cenários especializados na área do conhecimento em questão, possibilitando uma aprendizagem mais enriquecedora e significativa para ele.

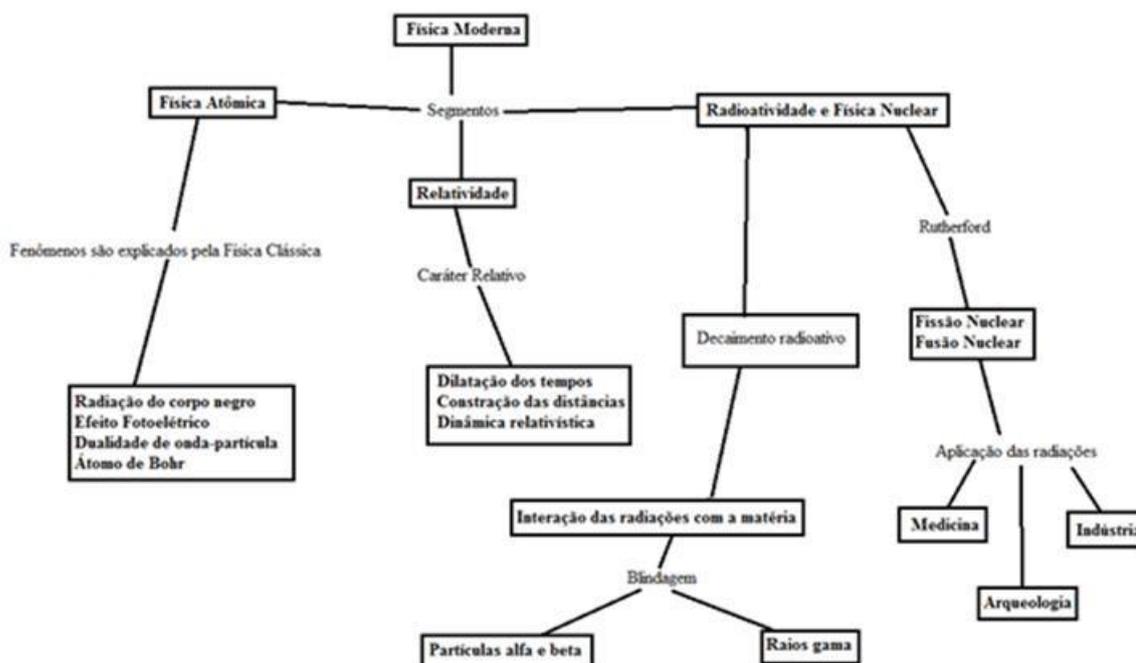
As radiações ionizantes não são passíveis de experimentos ou demonstrações laboratoriais em nível escolar, devido às questões de segurança, pois envolvem feixes de partículas de alta energia, que podem afetar a saúde de quem a eles é exposto sem a devida proteção e conhecimento. Contudo, embora possa parecer a princípio contraditório, um dos campos que permite ao estudante um contato mais prático com as radiações ionizantes é exatamente na área da saúde, onde ela é amplamente utilizada para fins de diagnóstico (raios-X e tomografia computadorizada) e para fins de terapia (aceleradores lineares e equipamentos de teleisototerapia, além das técnicas de braquiterapia e medicina nuclear). Logo, uma alternativa válida para o desenvolvimento desse tópico na 3ª série do Ensino Médio, como parte do conteúdo de Física Moderna de forma significativa, é a utilização da visita técnica hospitalar direcionada, mas especificamente aos setores de radiologia e/ou radioterapia.

Porém, para concretizar essa proposta, habilitar seus alunos a aproveitar o máximo de todos os aspectos que uma visita técnica pode proporcionar, é necessário antes de tudo que o professor se habilite adequadamente. Segundo Moretto (2002, p. 114), o professor precisa “conhecer com boa profundidade os conteúdos de sua disciplina ou área do saber. Se do estudante se deseja que ele realize uma construção de relações significativas, com maior razão se exigirá do mediador do processo – o professor...”. De fato, os conteúdos tornar-se-ão significativos aos estudantes se forem significativos também aos mediadores. Um professor motivado que tem convicção do seu trabalho e do que pretende desenvolver com os estudantes tem maior possibilidade de cativá-los e animá-los a se interessarem pela aprendizagem de novos conceitos. Moretto (2002, p.115) reforça que, além dos conteúdos conceituais, “é preciso que se desenvolvam procedimentos (conteúdos procedimentais) que demonstrem as relações existentes e permitam que os estudantes adquiram atitudes (conteúdos atitudinais) pertinentes ao desenvolvimento pleno da cidadania”.

O tema radiações ionizantes é visto no tópico de Física Moderna (FM). A seguir, a

figura 1 apresenta um mapa conceitual dos conteúdos de FM, baseado no livro *As Faces da Física* (CARRON e GUIMARÃES, 2002). Porém, dependendo do autor, podem ocorrer variações nesses conteúdos.

Figura 1: Mapa que mostra alguns tópicos que são estudados em FM.



Fonte: Mapa conceitual baseado no livro *As Faces da Física* (CARRON e GUIMARÃES, 2002)

Portanto, o setor de radiologia hospitalar é um espaço que pode ser visto como uma oportunidade de concretizar ações de educação não formal (conceito que será esclarecido mais adiante), porém com intencionalidade de fornecer uma aprendizagem significativa.

Por ser um conteúdo que procura explicar determinados fenômenos que ocorrem no cotidiano e que não se consegue perceber com sentidos, faz-se necessário utilizar a imaginação para construir determinadas representações. Diagnósticos por imagens, por exemplo, trazem informações visuais, portanto perceptíveis ao ser humano; mas a explicação de como isso acontece, envolvendo conceitos como ondas eletromagnéticas, pertence ao mundo da Física. Logo, levar o estudante do mundo vivencial, onde os sentidos acabam prevalecendo, para um mundo no qual é necessário fundamentar-se em conceitos, leis e princípios físicos, permitirá a ele compreender o porquê de determinados efeitos das RI aparecem frequentemente no mundo vivencial: doenças mais diversas, contaminação que afetam toda uma cadeia de seres vivos, etc.

Ao desenvolver a proposta da visita técnica orientada a um setor que utiliza as radiações ionizantes, o professor oportunizará que os estudantes do Ensino Médio reconheçam a importância das ações corretas necessárias para lidar com essas radiações, bem como que reflitam também sobre as ações inadequadas praticadas sobre o mesmo. Durante as visitas, os estudantes observarão na prática a teoria apresentada em sala de aula, através de uma estratégia de aprendizagem ativa. Segundo Villas-Boas et al (2012), a aprendizagem ativa é centralizada no estudante, que é o principal construtor do seu conhecimento. Os autores afirmam também que, com a aplicação de estratégias de aprendizagem ativa, é fornecido ao estudante um ambiente de aprendizagem bem adaptado, que lhe permite “aprender a aprender”, e ao mesmo tempo adquirir uma combinação de conhecimentos, habilidades e atitudes necessárias para desenvolver competências adequadas para a construção do seu conhecimento.

Segundo Schneider et al (2008), o estudante é um construtor ativo de suas aprendizagens, com capacidade para interagir e relacionar seu aprendizado com outras áreas do conhecimento. Este estudante precisa ser envolvido e responsabilizado na tarefa de aprender, de tal forma que se comprometa a buscar novos pontos de vista sobre determinado assunto, que desenvolva reflexão crítica e construa sua própria visão da realidade, que socialize sua opinião sempre que possível, que comunique aos colegas suas descobertas, dificuldades e facilidades, que identifique seus processos cognitivos e desenvolva formas de controle sobre os mesmos de forma a aperfeiçoar o desenvolvimento das aprendizagens.

A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1978, 1980) ressalta que o fator isolado que mais influencia a aprendizagem de determinado assunto é aquilo que o estudante já sabe a respeito do mesmo, ou seja, os conhecimentos prévios. Nesse processo de ensino, o estudante se sentirá valorizado, pois observará que os conhecimentos que estão sendo adquiridos na sala de aula estão associados e/ou serão aplicados em algum aspecto do seu cotidiano e, ao mesmo tempo, buscam novos conhecimentos para agregar a estes, tornando, assim, a aprendizagem significativa. Segundo Ausubel (1963, p. 58), aprendizagem significativa é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir a vasta quantidade de ideias e informações destacadas em qualquer campo do conhecimento. Dessa forma, observando a relação potencial que precisa haver entre os novos conceitos a serem aprendidos

e o conhecimento prévio do estudante, faz-se necessário sustentar-se em novos recursos pedagógicos, como a aprendizagem em espaços não formais² de ensino.

Diante desse cenário esse trabalho buscou responder a seguinte questão: Visitas técnicas ao setor de radiologia contribui para a aprendizagem significativa do conteúdo de radiações ionizantes, em estudantes de ensino médio?

Portanto, esse trabalho teve como objetivo geral desenvolver uma estratégia de ensino, voltada à aprendizagem significativa, utilizando as visitas técnicas ao setor de radiologia hospitalar, como um recurso potencialmente significativo para o ensino das radiações ionizantes. E como objetivos específicos, a investigação realizada buscou:

- ✓ Analisar o processo de ensino em RI, através da visita técnica, identificando os indicadores assimilação e retenção do conhecimento, comparando os resultados pré e pós-visita técnica;
- ✓ Caracterizar o setor de radiologia ou radioterapia como um ambiente não formal para a aprendizagem, destacando os equipamentos mais comuns, procedimentos de aplicação e proteção, e a qualificação dos profissionais;
- ✓ Desenvolver um guia de apoio aos professores do Ensino Médio para a visita técnica aos setores de radiologia e/ou radioterapia hospitalar, que abranja a preparação prévia com os estudantes, condução da visita em si, e análise posterior dos resultados.

O produto dessa dissertação será a proposição de uma sequência didática para preparar e orientar visitas técnicas de estudantes do Ensino Médio ao setor de radiologia ou radioterapia hospitalar como apoio pedagógico ao conteúdo de radiações ionizantes, na expectativa que ele se torne um instrumento para auxiliar professores interessados em promover a construção da aprendizagem significativa dos estudantes no tema radiações ionizantes. Os passos para aplicação do produto estão descritos na seção 4.3 dessa dissertação.

² Espaço formal: sala de aula tradicional;
Espaço não formal: espaços fora da sala de aula tradicional.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Aprendizagem significativa

Segundo Moreira e Masini (2006, p. 13), quando se fala em aprendizagem, esta é vista como um processo de armazenamento de informações, condensado em classes mais genéricas de conhecimentos, que são incorporados na mente dos indivíduos e que podem ser utilizadas no futuro. Para Ausubel (1980, 2000), aprendizagem significativa parte do conhecimento do que o estudante possui na sua estrutura cognitiva, interagindo e reorganizando com as novas informações que foram adquiridas. Essas informações, que o estudante possuía na sua estrutura cognitiva, servem como ponto de ancoragem para os novos conceitos ou ideias, agregando novos conceitos aqueles pré-existentes na sua estrutura cognitiva, e a aprendizagem se torna significativa.

Os conhecimentos que o aprendiz já possui são denominados de subsunçores e, quando estes interagem com novas ideias, modificam-se ocorrendo novos significados. A interação dos subsunçores com os novos conhecimentos promovem a interação não literal e não arbitrária. De acordo com Moreira (1999), os conceitos aprendidos podem servir de apoio para aprendizagem de outros conceitos. Nesse sentido, segundo Ausubel et al (1980, p. 34), uma relação não arbitrária e substantiva significa que as ideias são relacionadas a algum aspecto relevante existente na estrutura cognitiva do estudante, que pode ser uma imagem, um símbolo, um conceito ou uma proposição. Como cada estudante possui sua própria estrutura cognitiva, todos os novos significados adquiridos são obrigatoriamente únicos.

De fato, ao longo da aprendizagem, o estudante adquire conhecimentos que serão utilizados em situações posteriores. Essa possibilidade de acessar informações e utilizá-las em situações adversas àquelas que foram concebidas revela a existência de relação entre as informações e, essas informações transformam-se em conhecimentos mais amplos e com significado específico. Quanto ao conteúdo a ser proposto ao estudante, Ausubel (1980), propõe que se obedeça a dois princípios básicos: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. De acordo com Moreira (2012, p. 06), a diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização deste subsunçor para dar significado a novos

conhecimentos. Sabe-se que a partir da interação das informações contidas na estrutura cognitiva do estudante (conhecimento prévio) com as novas informações progressivamente adquiridas, processam-se novos significados, que resultam num conhecimento com melhor refinamento e diferenciado, que vai servir de suporte para novas interações cognitivas. A reconciliação integradora (MOREIRA, 2012), ou integrativa, é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações. Durante a aprendizagem, os conceitos que interagem com o novo conhecimento e servem de alicerce para os novos significados, que graças à interação, também vão se modificando, adquirindo novos significados e se diferenciando progressivamente. Esses novos significados levam a uma nova reorganização na estrutura cognitiva do estudante. Assim a nova estrutura cognitiva formada refere-se à reconciliação integrativa.

Quando o estudante consegue perceber e integrar a diferença dos significados, mostra-nos indícios de que houve uma aprendizagem significativa. Nesse sentido, segundo Ausubel (2003, p. 8), “estes novos significados emergentes são armazenados e organizados no intervalo de retenção (memória), com as ideias ancoradas correspondentes”, onde percebemos um processo de assimilação e de retenção do conhecimento.

Entende-se que esse processo de assimilação (AUSUBEL, 2003) ocorre em três fases diferentes:

- (1) Ancoragem seletiva do material de aprendizagem às ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva;
- (2) Interação entre as ideias que acabaram de ser apresentadas e as ideias relevantes existentes (ancoradas), sendo que o significado das primeiras surge como o produto desta interação;
- (3) Ligação dos novos significados emergentes com as ideias ancoradas correspondentes no intervalo de memória (retenção) (AUSUBEL, 2003, p. 8).

Percebe-se que, nessa interação, da nova informação com o subsunçor, além de a nova informação sofrer modificações, também o subsunçor sofre alteração. Com isso, o novo significado, através da ligação com o conhecimento prévio, segue por uma fase de retenção. Na retenção, “armazenam-se significados acabados de surgir em relação às ideias ancoradas que lhes correspondem” (AUSUBEL, 2003, p. 8), dessa forma, percebe-se que a

aprendizagem significativa não é aquela que o estudante nunca esquece, mas sim, aquela que proporciona maior intervalo de retenção do conhecimento adquirido.

Nesse processo de aprendizagem, discutido em Anped Sul (2012), com o professor e o estudante envolvidos emocionalmente nessa junção, só surgirá aprendizagem se o professor lançar desafios e o estudante ser capaz de enfrentá-los. Por mais que os professores possam contribuir para que a aprendizagem se realize será o estudante que deverá ser capaz de elaborar os próprios conteúdos de aprendizagem. Um nível ainda mais alto de aprendizagem significativa ocorre quando o estudante consegue por ele mesmo identificar e processar novos desafios. Esse é talvez o nível mais alto de autonomia que o estudante pode apresentar. Ele é o agente transformador que vai modificar, enriquecer e construir novos métodos de interpretação de conhecimentos. O estudante será sempre um agente da aprendizagem, sempre se atualizando e sendo orientado pelo professor, fazendo leitura extraclasse, pesquisando, aprofundando e melhorando seus conhecimentos. A construção do conhecimento sobre os conteúdos escolares é influenciada pelo meio ambiente, pelos meios de comunicação, professores e colegas.

Com a proposta de visitas técnicas a setores de radiologia, os estudantes serão estimulados a atuarem para a construção do conhecimento, pois observarão um contexto onde há a aplicação do conteúdo estudado na sala de aula, onde há profissionais capacitados com quem poderão trocar informações sobre RI. Também há equipamentos específicos para utilização das radiações, que não poderão ser encontrados em outros ambientes que não o hospitalar. O professor, por sua vez, agirá como mediador, pois estimulará o estudante a questionar, a observar o ambiente e as situações, contribuindo assim para criar boas condições para a ocorrência da aprendizagem significativa.

2.2. Unidades de ensino potencialmente significativa

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas são sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que buscam gerar essa predisposição para a pesquisa em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula.

Para a construção da UEPS, aplicada ao tema radiações ionizantes, pesquisou-se registros de Moreira (2011), Unidades De Ensino Potencialmente Significativas, que descreve princípios e etapas para construção de uma UEPS.

Princípios para construção da UEPS:

- A aprendizagem é vista como um processo de armazenamento de informações envolvidas na cognição (MOREIRA e MASINI, 2006, p. 13);
- Os subsunçores são a variável que mais influencia a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2000; MOREIRA, 2006, p.185);
- Os conceitos aprendidos podem servir de apoio para aprendizagem de outros conceitos (MOREIRA, 1999);
- A ocorrência da diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa (AUSUBEL, 1980);
- A ocorrência dos processos de assimilação e retenção do conhecimento (AUSUBEL, 2003).

2.2.1. Etapas para a implementação de uma UEPS

1. Definir o tópico a ser abordado, identificando seus aspectos tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico;
2. Criar e propor situações como discussão, questionário, mapa conceitual, situação-problema, etc. O questionamento deve ser privilegiado em relação às respostas prontas e o diálogo e a crítica devem ser estimulados. Embora a UEPS deva privilegiar as atividades colaborativas, ela pode também prever momentos de atividades individuais;
3. Propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do estudante, para preparar a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar;
4. Apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando-se em conta a diferenciação progressiva;
5. Retomar aspectos mais gerais, como: procedimentos utilizados nos acidentes radioativos, normas de segurança e aplicações;

6. Após a conclusão da unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva, retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém, buscando a reconciliação integrativa;
7. Fazer a avaliação da aprendizagem através da UEPS. Esse processo deve ser feito ao longo de sua implementação;
8. Registrar tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado;
9. A UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos estudantes fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema).

2.3. O processo de ensino e aprendizagem na visita técnica

O ensino-aprendizagem é um processo que deve levar em consideração as experiências anteriores do estudante e aproveitá-las de forma positiva, de modo que ele seja capaz de refletir sobre uma nova realidade diante do problema exposto. Segundo Silva (2006, p. 170) “o estudante só se predispõe a aprender no momento em que percebe e identifica no aprendizado a possibilidade concreta de ter seus interesses pessoais e ou profissionais satisfeitos a curto e a médio prazo”. Assim, o ensino deve facilitar conhecimento teórico e prático, possibilitando transformar e compreender a realidade que cerca o educando. Para o processo de aprendizagem, faz-se necessário o uso de métodos estratégicos a fim de alcançar os objetivos pré-determinados, definidos nos planos de aula, porém a uma compreensão diferente do que se espera, porque ela acontece, na maioria dos casos, de forma distinta de indivíduo para indivíduo. A partir disso, pode-se perceber que no processo de ensino-aprendizagem não existe uma metodologia perfeita, mas sim metodologias capazes de potencializar o aprendizado a um maior número de pessoas. No entanto, todas terão vantagens e desvantagens, passando pelas perspectivas pluridisciplinar, interdisciplinar e até mesmo transdisciplinar (SILVA, 2006).

A estrutura de uma visita técnica deve ser formulada de acordo com o tema em estudo, ou seja, em concordância com o planejamento das disciplinas envolvidas e

relacionando-se com os objetivos dos professores que orientaram o aprendizado do estudante, com o despertar da relação teoria e prática, aprimorando a criticidade e a inovação (VII CONNEPI, 2012). “É necessário, portanto, a sistematização das várias etapas pelas quais passam a sua execução, tanto em nível da prática pedagógica, como da investigação científica, através da ação do planejamento.” (VELOSO, 2000, p. 1999).

Pensando nisso, novos enfoques têm permitido discussões acerca do processo ensino-aprendizagem com um olhar voltado a atividades metodológicas em ambientes não formais de aprendizagem. O processo educativo pode ocorrer pela educação escolar formal (processo desenvolvido nas escolas); pela educação informal (adquirida através de processos naturais e espontâneos) e pela educação não formal (estudos realizados fora da instituição escolar) (GOHN, 2001; COLLEY et. al. 2002). Dessa forma, tem-se na educação não formal, que as metodologias operadas no processo de aprendizagem partem da cultura dos indivíduos e dos grupos. O método nasce a partir de problematização da vida cotidiana. Os conteúdos emergem a partir dos temas que se colocam como necessidades, desafios, obstáculos ou ações empreendedoras a serem realizadas e, associada a essa condição. Estrutura-se uma perspectiva didática em dois locais diferenciados (sala de aula e fora da sala de aula), mas que podem ser uma alternativa para a aprendizagem e a descoberta de saberes (GOHN, 2006).

Assim, propor atividades diversas e diferenciadas, nesse caso as visitas técnicas, permite instigar os estudantes a uma construção do senso crítico, podendo relacionar ideias do senso comum com os conceitos científicos. Dessa forma, procura-se desenvolver a autonomia do estudante e promover a ampliação do conhecimento de forma crítica e livre, em que o professor articula esse conhecimento, criando situações colaborativas favoráveis, propiciando aos estudantes múltiplas possibilidades de atuarem (MORIN, 2001). Vale ressaltar que os professores, ao criarem situações favoráveis à autonomia, oferecem um espaço para confronto de visões, de opiniões, de debates, livre reflexão, de reorganização dos saberes (VYGOTSKY, 1982; 1999). Então, a educação não formal capacita os indivíduos a se tornarem cidadãos do mundo, no mundo. Sua finalidade é abrir janelas de conhecimento sobre o mundo que circunda os indivíduos e suas relações sociais. Seus objetivos não são dados a priori, eles se constroem no processo interativo, gerando um processo educativo (GOHN, 2006).

Nas visitas técnicas, observa-se a presença das quatro técnicas de ensino: ouvir, falar, questionar e transformar. Nesse contexto, o estudante pode compreender a realidade do que está sendo apresentado. Dessa maneira, a visita técnica liga-se a uma perspectiva de um conhecimento prático, além da sala de aula em que aponta para o alcance das competências do profissional. “O estudo de campo proporciona um interesse pela aprendizagem e lhe dá oportunidade de identificar a praticidade de um determinado conteúdo, que vem sendo ministrado ou ainda será (SILVA, 2006, p. 177)”. Ainda, considera-se que o meio onde se dará a visita técnica desperta um interesse para a compreensão dos elementos teóricos do componente curricular e outros elementos da vivência cultural, ambiental e política do discente.

2.4. Avaliação qualitativa

Em linhas gerais a pesquisa qualitativa não busca enumerar ou medir eventos estudados, nem emprega técnicas estatísticas na análise de dados, como é característico da pesquisa quantitativa. A pesquisa qualitativa parte de questões de interesse amplo, cuja definição vai ocorrendo à medida que o estudo se desenvolve. É mais focada em obter dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos que estão diretamente relacionadas com o pesquisador dentro da situação estudada. Procura identificar e analisar os fenômenos segundo a perspectiva dos indivíduos participantes do estudo (GODOY, 1995).

Portanto, pesquisa qualitativa tem no pesquisador seu instrumento chave, e o ambiente natural como fonte direta dos dados. Essa pesquisa terá êxito se for observada no contexto onde ela é desenvolvida, uma vez que o mesmo sofre ação direta desse ambiente. (CAMPOS, 2004). O pesquisador qualitativo cria propositalmente espaços para o aparecimento de conteúdos e aspectos não previstos inicialmente (ANDERSON, 2000). No ambiente natural, dentro do método qualitativo de pesquisa, o pesquisador não coleta dados somente, mas serve de ‘instrumento’ através do qual os dados são coletados (REW, BECHTEL, SAPP, 1993; BRITTEN, 1995).

A pesquisa qualitativa é centrada na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais, não tendo a preocupação com representações numéricas (GERHARDT et al, 2009). O ambiente, onde os indivíduos desenvolvem suas atividades, é de extrema

importância para o entendimento mais detalhado dessas atividades (TRIVIÑOS, 1987). O meio imprime ao sujeito, nele inserido, traços peculiares que são desvendados à luz da compreensão dos significados que ele próprio estabelece. Desse modo, compreender fora de seu ambiente natural pode criar condições dissimuladas que poderão distorcer a realidade, gerando interpretações confusas. Como as atividades são pesquisadas no ambiente em que elas ocorrem naturalmente, sem qualquer manipulação intencional do pesquisador, esse tipo de estudo é conhecido como “naturalístico”, segundo Ludke & André (1986, apud CAMPOS, 2004).

Para Minayo (2001), a pesquisa qualitativa trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações e etc, que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

2.5. Temática teórica aplicada ao processo de ensino e aprendizagem

Os próximos dois tópicos farão uma breve descrição sobre a radiação ionizante e as formas básicas de proteção contra ela.

2.5.1. Radiação

2.5.1.1. Radioatividade

Antonie-Henri Becquerel descobriu a radioatividade no início de 1896. Esta descoberta apontou o início da Física Nuclear, um fenômeno que pode ser de ordem natural ou artificial. Desde que foi descoberto, o processo de radiação tem sua aplicabilidade variada. A seguir, veremos a diferença da radiação não ionizante e ionizante; das unidades de medida da radiação; as fontes de radiação; algumas aplicações; os efeitos biológicos; e, brevemente, de alguns acidentes que envolveram radiações ionizantes.

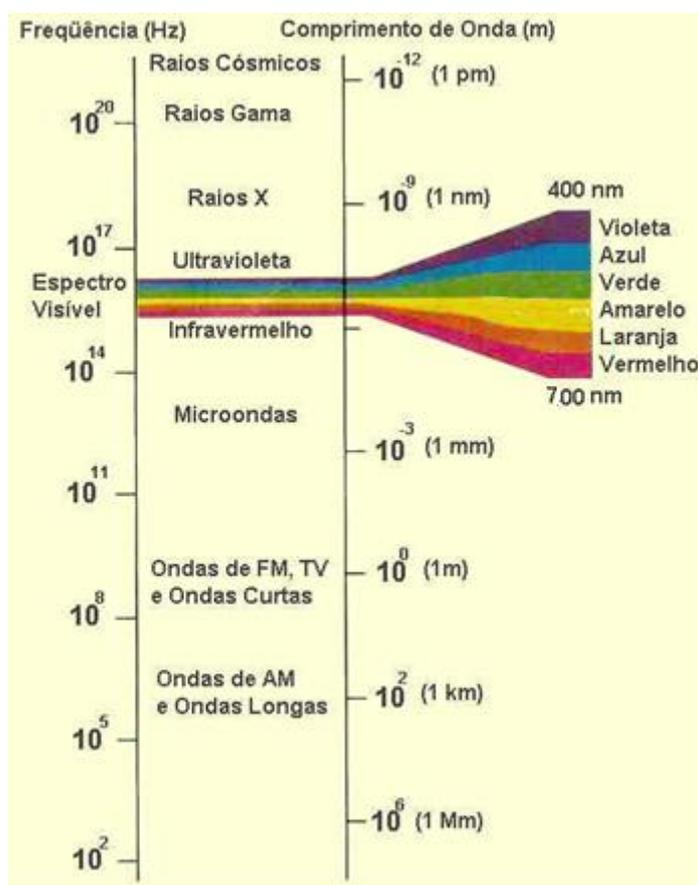
2.5.1.2. Radiação não ionizante e ionizante

O espectro eletromagnético (figura 2, adaptada) representa a classificação das radiações em ordem crescente de frequência.

A radiação não ionizante é caracterizada por não possuir energia suficiente para arrancar elétrons dos átomos do meio por onde ela está se deslocando. São elas as ondas eletromagnéticas na faixa do visível, do infravermelho, das micro-ondas e das ondas de rádio. Segundo Okuno (2012), não existe comprovação científica de que possam ocorrer danos à saúde em caso de exposição. Tanto o forno de micro-ondas como o celular, por exemplo, emitem radiações não ionizantes:

“O celular é uma tecnologia nova, e os aparelhos vieram mudando ao longo dos anos. É uma questão complicada falar que esses dispositivos podem causar câncer, até porque seria preciso fazer uma pesquisa epidemiológica, comparando pessoas que não estão expostas e pessoas expostas ao contato com esses aparelhos ao longo de anos. Entretanto, esses estudos são muito complexos, eis o motivo da polêmica” (OKUNO, 2012)”.

Figura 2: O comprimento de onda, em metros, e frequência em hertz, do Espectro Eletromagnético.



Fonte: <http://www.if.ufrgs.br/tex/fis01043/20021/Paulo/Introducao.html>

A radiação ionizante (RI) é a que possui energia suficiente para ionizar³ átomos, podendo danificar as células, causando doenças graves como o câncer. Ao arrancarem, aleatoriamente, elétrons das camadas eletrônicas de átomos, as radiações ionizantes contribuem para romper, mesmo que momentaneamente, o equilíbrio entre as cargas positivas e negativas do átomo. À introdução de cargas elétricas livres em um meio irradiado, segue-se um rearranjo eletrônico que pode envolver elétrons de outros átomos e moléculas. Este rearranjo de elétrons tem como consequência o restabelecimento do equilíbrio perdido (CNEN, 2016, p. 21, (a)).

2.5.2. Aplicação das radiações ionizantes: tipos e unidades de medida

No contexto de aplicação das radiações ionizantes, radiação é a energia que se propaga a partir de uma fonte emissora através de qualquer meio. Ela se apresenta em forma de partículas atômicas e subatômicas, como forma de fótons. As fontes podem ser naturais, como o núcleo atômico, ou artificiais, como os aceleradores de partículas.

A seguir são descritos, brevemente, alguns tipos de radiação:

2.5.2.1. Radiação alfa (α)

Em se tratando de escala atômica, são consideradas partículas pesadas e movimentam-se em um meio qualquer em trajetórias praticamente retilíneas. Possuem carga elétrica positiva. Consistem de dois prótons e dois nêutrons e são idênticos aos núcleos dos átomos de hélio. Provocam ionizações no meio com o qual interagem e apresentam um pequeno poder de penetração sendo facilmente blindadas. Uma folha papel é suficiente para blindá-las (figura 3).

2.5.2.2. Radiação Beta (β)

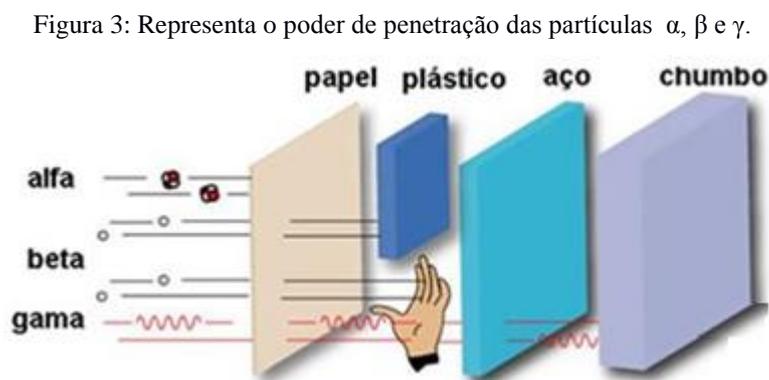
É também uma partícula, de carga negativa, o elétron, produzida em escala subatômica, no núcleo. Na interação com um meio qualquer, as partículas (β) apresentam trajetórias sinuosas e produzem ionizações em menor grau do que as partículas (α), mas

³ O processo de ionização forma-se o par íon negativo e íon positivo. O primeiro é o elétron ejetado e o íon positivo é o átomo que perdeu um elétron. Os elétrons estão ligados a átomos por forças elétricas de diferentes valores, dependendo da sua localização. Quanto mais próximo do núcleo, maior é a força de atração entre o elétron e o núcleo, positivamente carregado.

apresentam um poder de penetração maior. Na sua blindagem são usados plásticos ou alumínio e seus efeitos, em relação ao tecido humano, limitam-se à pele (figura 3).

2.5.2.3. Radiação Gama (γ) e Raios X

São ondas eletromagnéticas. Comparando com alfa e beta, a radiação gama e os raios X possuem um poder de penetração muito maior. Como não possuem massa e são extremamente energéticos, na sua blindagem são usados blocos de chumbo. O grande perigo dessas radiações está no risco das mutações celulares, como acontece com as pessoas contaminadas pelos átomos radioativos provenientes dos acidentes radioativos como em Chernobyl, Goiânia, Fukushima e etc. (CARRON e GUIMARAES, 2002).



Fonte: <http://brasilecola.uol.com.br/quimica/emissao-alfa.htm>

A blindagem pode ser feita com diversos tipos de materiais que podem variar dependendo da quantidade de energia produzida ou encontrada no ambiente. Na figura 3 (adaptada), observa-se que, para a radiação alfa, uma folha de papel é suficiente para blindá-la; para a radiação beta o plástico e o tecido da pele humana já são capazes de barrá-las; para radiação gama, um dos materiais mais eficientes para o bloqueio é o chumbo.

2.6. Unidades de medida e radiação

A Atividade (A) de um radionuclídeo é a quantidade que exprime o grau de radioatividade ou o potencial de produção de radiação de uma determinada quantidade de material radioativo. O Curie (Ci) é uma unidade antiga de Atividade. No Sistema Internacional (SI), a unidade é o Becquerel (Bq), que expressa a quantidade de material

radiativo em que um átomo se transforma por segundo, ou seja, $1Ci = 37GBq$. (MORAES, G, 2014, p. 2748).

Outra unidade importante é a medida de energia absorvida por um organismo quando a radiação ionizante o atinge, chamada Dose Absorvida. Sua unidade é o *rad*. Porém, quando a energia de 1 Joule (*J*) é absorvida por um quilograma de material, dizemos que a dose absorvida é 1 Gray (*Gy*). A relação entre ambas é $1 Gy = 100 rad$.

Somente a energia, porém, não é suficiente para caracterizar os danos provocados pela radiação em organismos vivos. A distribuição desses danos depende também da massa e da carga da radiação. Para expressar esses danos, existe outra forma chamada Dose Equivalente (*H*), cujas unidades são o *rem*⁴ e o Sievert (*Sv*), sendo que $1 Sv = 100 rem$. Este fator que quantifica o efeito de cada tipo de radiação é chamado fator de qualidade e deve ser multiplicado pela dose absorvida (*Gy*) para obter-se o equivalente de dose em *Sv* (RADIO, 2016).

2.7. Fontes de radiação

Existem várias fontes artificiais de radiação, como reatores nucleares, aceleradores de partículas e tubos de raios X. Também existem fontes naturais, como os radionuclídeos e radiação cósmica. Como esse trabalho trata de visitas técnicas aos setores de raios X e radioterapia, daremos maior atenção às fontes e às técnicas características desses ambientes.

2.7.1. Teleterapia ou radiação externa

A teleterapia é a terapia realizada com a fonte de radiação colocada fora do corpo a ser tratado, variando de acordo com a necessidade de cada paciente. De acordo com o INCA⁵, as etapas para este tratamento, são:

- *Consulta Médica*: será realizada uma entrevista por um médico radioterapeuta. Baseado na entrevista, e após examinar o paciente, será solicitado alguns exames se necessário;

⁴*Rem* (Roentgen Equivalent Man) é a grandeza que mede a quantidade de radiação absorvida. Um *rem* é uma grande quantidade de radiação, então o millirem (*mrem*), que é milésima parte do *rem*, é utilizado para dosagens comuns em nosso dia a dia.

⁵ *INCA*: Instituto Nacional do Câncer José Alencar Gomes da Silva

- *Consulta para Programação do Tratamento:* através de um simulador e radiografias, o médico programará o tratamento e delimitará a área a ser tratada com marcações específicas, e em alguns casos, um molde de gesso ou plástico poderá ser utilizado para ajudar a manter o paciente imóvel durante a aplicação;
- *Reunião para Definição do Tratamento:* após a realização dos exames, os profissionais envolvidos, definirão a forma e tempo de tratamento;
- *Aplicações:* O número de aplicações será definido pelo médico. Essas aplicações podem variar de paciente para paciente. Durante a aplicação, o paciente ficará sozinho devidamente posicionado na sala onde estão os aparelhos, sempre monitorado por um técnico na sala de controle onde é observado através de câmeras. É possível que sejam usados protetores de chumbo entre o aparelho e certas partes de seu corpo, para proteger os tecidos e órgãos sadios (INCA, 2017).

2.7.1.1. Equipamentos de quilovoltagem

Equipamentos de quilovoltagem são tubos convencionais de raios X. Nesse caso, elétrons são acelerados entre eletrodos até atingirem energia cinética suficiente para que, ao serem freados por átomos de um anteparo, gerem fótons da ordem de energia dos raios X. Nesses equipamentos de quilovoltagem, a voltagem aplicada entre os eletrodos é no máximo de 250 kV. Por essa razão, esses equipamentos são usados principalmente no tratamento de câncer de pele. Nesse tratamento, o paciente é submetido a doses de 300 rad (3 Gy) até atingir um total de 6000 rad (60 Gy). (PORTAL, 2008)

2.7.1.2. Equipamentos de megavoltagem

Na classe de equipamentos de megavoltagem, situam-se os aceleradores de partículas como aceleradores lineares e betatrons. São volumosos, devido a enorme tensão que operam para acelerar os elétrons. Num caso típico os elétrons atingem uma energia de 22 MeV, ao atingir o paciente a dose máxima de transferência de energia pelos raios X ocorrerá entre 4 e 5 cm de profundidade, decrescendo para 83% a 10 cm, e para 50% a 25 cm. Portanto, esses equipamentos são utilizados na terapia de tumores nos órgãos mais profundos como pulmão, bexiga, próstata, útero, laringe, esôfago, etc. (RAD, 2011).

2.7.1.3. Equipamentos de teleisotopoterapia

Nos equipamentos de teleisotopoterapia, empregam-se isótopos radioativos, sendo os mais comuns de Cobalto-60, de Césio-137, e de Rádio-226. Para fins de comparação, um equipamento de raios X, para produzir radiação equivalente à emitida por cobalto, deverá operar com tensão de 3MV. A unidade de telecobalto apresenta vantagens por ser mais compacta, além do fato de não ter um largo espectro de energia como no caso de raios X (PORTAL, 2008).

2.7.1.4. Braquiterapia

A braquiterapia é um tratamento com elemento radioativo “perto” dos tecidos e em locais específicos do corpo humano. Para isso, são utilizadas fontes radioativas emissoras de radiação gama de baixa e média energia, encapsuladas em aço inox ou em platina, com atividade da ordem de dezenas de Curies. Os isótopos mais utilizados são Irídio-192, Césio-137, Rádio-226. As fontes são colocadas próximas aos tumores por meio de aplicadores, durante cada sessão de tratamento. Sua vantagem é afetar mais fortemente o tumor, devido à proximidade da fonte radioativa, e danificar menos os tecidos e órgãos próximos (CARDOSO, 2003).

2.8. Medicina nuclear

Medicina nuclear é a área da medicina onde são utilizados os radioisótopos, tanto em diagnósticos como em terapias. Radioisótopos administrados a pacientes passam a emitir suas radiações do lugar (no caso, órgão) onde têm preferência em ficar. Um exemplo prático bem conhecido é o uso do Iodo-131 (I-131), que emite partícula beta, radiação gama e tem meia-vida⁶ de oito dias. O elemento iodo, radioativo ou não, é absorvido pelo organismo humano preferencialmente pela glândula tireoide, onde se concentra. O funcionamento da tireoide influi muito no comportamento das pessoas e depende de como o iodo é por ela absorvido. O fato de ser radioativo não tem qualquer influência no comportamento de um elemento químico em relação aos demais elementos (CNEN, 2016, p. 04, (b)).

⁶A meia-vida de um elemento radioativo é o intervalo de tempo em que uma amostra deste elemento se reduz à metade. Este intervalo de tempo também é chamado de período de semidesintegração.

2.8.1. Radiofármacos

Radiofármacos são fármacos⁷ radioativos utilizados no diagnóstico ou tratamento de patologias e disfunções do organismo humano. No Brasil, em grande parte, são produzidos pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN, da CNEN, em São Paulo. O tecnécio-99 (*Tc-99m*) é utilizado para mapeamentos (cintilografia) de diversos órgãos:

- Cintilografia renal, cerebral, hepato-biliar (fígado), pulmonar e óssea;
- Diagnóstico do infarto agudo do miocárdio e em estudos circulatórios;
- Cintilografia de placenta.

Outro radioisótopo, o Samário-153 (*Sm-153*), é aplicado (injetado) em pacientes com metástase óssea, como paliativo para a dor. Esses produtos são distribuídos semanalmente pelo IPEN para os usuários.

A técnica de radioterapia utilizada na medicina nuclear teve origem na aplicação do elemento rádio pelo casal Curie, para destruir células cancerosas e foi inicialmente conhecida como “Curieterapia”. Posteriormente, outros radioisótopos passaram a ser usados, apresentando um maior rendimento. O Iodo-131 apresenta as características ideais para aplicação em Medicina, podendo ser usado em terapia para eliminar lesões identificadas nos radiodiagnósticos da tireoide, pois:

- tem meia-vida curta;
- é absorvido preferencialmente por um órgão (a tireoide);
- é eliminado rapidamente do organismo;
- a energia da radiação gama é baixa (CNEN, 2016, p. 06 (c)).

2.9. Efeitos biológicos das radiações ionizantes

Os átomos do nosso corpo estão unidos, formando moléculas, algumas muito pequenas como a molécula da água, e outras muito grandes como a molécula de DNA. Quando uma radiação ionizante arranca um elétron de um dos átomos de uma molécula, pode causar sua desestabilização que resulta em quebra da molécula. As várias características da

⁷Fármaco, segundo definição oficial dada pela portaria ministerial nº 3.916/MS/GM, de 30 de outubro de 1998 é a substância química que é o princípio ativo do medicamento.

forma de atuação da radiação no corpo humano são descritas a seguir (OKUNO1982; YOSHIMURA, 2010; OKUNO, 1988).

2.9.1. Estágios da ação da radiação ionizante

A sequência dos estágios é a seguinte:

- Estágio físico: em que ocorre a ionização de um átomo em cerca de 10^{-15} s;
- Estágio físico-químico: quando ocorrem as quebras das ligações químicas das moléculas que sofreram ionização, com duração de uns 10^{-6} s;
- Estágio químico: quando os fragmentos da molécula se ligam a outras moléculas, com duração de poucos segundos;
- Estágio biológico, que pode durar dias, semanas ou até várias dezenas de anos quando surgem efeitos bioquímicos e fisiológicos com alterações morfológicas e funcionais dos órgãos.

2.9.2. Mecanismos de ação da RI

Eles podem ser de dois tipos:

- Mecanismo direto: quando a radiação interage diretamente com as moléculas importantes como as de DNA, podendo causar desde mutação genética até morte celular;
- Mecanismo indireto: quando a radiação quebra a molécula da água, formando, assim, radicais livres que podem atacar outras moléculas importantes. Mesmo sendo indireto, é um mecanismo não menos efetivo para o ser humano, uma vez que nosso corpo é composto por mais de 70% de água.

2.10. Sequência dos principais acidentes radioativos

2.10.1. Chernobyl

No ano de 1986, os operadores da usina nuclear de Chernobyl, na Ucrânia realizaram um experimento com o reator 4. A intenção inicial era observar o comportamento do reator nuclear quando utilizado com baixos níveis de energia. Contudo, para que o teste fosse possível, os responsáveis pela unidade teriam que quebrar o cumprimento de uma série de regras de segurança indispensáveis. Foi nesse momento que uma enorme tragédia nuclear se desenhou no Leste Europeu. (SOUSA, 2016). Milhares de pessoas, que foram enviadas para combater o incêndio ocasionado pela explosão do reator, acabaram perdendo a vida. Com o incêndio controlado, a próxima tarefa foi a de conter a radiação, e os trabalhadores enviados passaram em torno de seis meses construindo uma estrutura de isolamento, conhecida como sarcófago.

O número de vítimas causadas pela radiação não é um consenso. No momento do acidente, sete milhões de pessoas (incluindo três milhões de crianças) moravam em áreas próximas. Por volta de 350.000 foram expulsas ou deixaram a área afetada. Um estudo encomendado pelo Greenpeace, realizado em 2006 para coincidir com o 20º aniversário de Chernobyl estima que o número de mortes em longo prazo no mundo provocadas pelo acidente de Chernobyl pode chegar a 100.000 pessoas (BAMBACE, 2011). As Nações Unidas estimam que mais de 9 mil pessoas morreram em decorrência à exposição de césio-137 e iodo-131, além do aumento significativo dos casos de câncer de tireoide na Ucrânia, na Bielorrússia e em parte da Rússia (TANJI, 2015)

2.10.2. Goiânia

A falta de conhecimento e o instinto curioso de dois catadores de lixo de um ferro velho, que queriam retirar as peças de um equipamento encontrado, deram início ao maior acidente radioativo que o Brasil sofreu. Para vender as peças, foi necessário que o equipamento fosse desmontado e, ao separar as partes, o dono do ferro velho expôs ao ambiente 19,26 g de cloreto de Césio 137 (CsCl), um pó branco parecido com o sal de

cozinha que, no escuro, brilha com uma coloração azul. Como ele entregou para várias pessoas amostras desse pó, a área de risco foi aumentando (SOUZA, 2016).

As primeiras pessoas que ficaram expostas ao Césio 137 começaram a sofrer seus primeiros efeitos: febre, enjoo, tonturas etc. Como não sabiam o que era, foram medicadas como que se tivessem uma doença contagiosa. Passaram-se alguns dias, até que foi descoberta a possibilidade de tratar-se de sintomas de uma Síndrome Aguda de Radiação. A suspeita foi confirmada graças à esposa do proprietário do ferro velho, que levou parte do equipamento de radioterapia até a sede da Vigilância Sanitária, quando foi possível identificar os sintomas como sendo de contaminação radioativa.

De posse dessa informação, foi chamado o físico Valter Mendes, de Goiânia. Ele constatou que havia índices de radiação na Rua 57, do Setor Aeroporto, bem como nas suas imediações. Imediatamente, o físico acionou a Comissão Nacional Nuclear (CNEN), que formou uma operação de guerra. A primeira medida tomada foi separar todas as roupas das pessoas expostas ao material radioativo e lavá-las com água e sabão para a descontaminação externa. Após esse procedimento, as pessoas tomaram um quelante denominado de “azul da Prússia”, substância que faz com que as partículas de césio saiam do organismo através da urina e das fezes (SOUZA, 2016). A retirada de todo material radioativo rendeu cerca de 6000 toneladas de lixo (roupas, utensílios, materiais de construção etc.). Tal lixo radioativo encontra-se confinado em 1.200 caixas, 2.900 tambores e 14 contêineres (revestidos com concreto e aço) em um depósito construído na cidade de Abadia de Goiás, onde deve ficar por aproximadamente 180 anos (SOUZA, 2016).

Considerado o maior acidente radioativo em área urbana do mundo, cerca de um mês após a abertura da fonte, haviam morrido quatro pessoas. Segundo a Associação de Vítima do Césio 137, até setembro de 2012, 25 anos após o acidente, mais de seis mil pessoas foram atingidas pela radiação, e pelo menos 60 já morreram em decorrência do acidente. Esse valor é refutado pelo poder público. De 30/9 a 20/12/1987, a CNEN monitorou 112.800 pessoas. Desse trabalho constatou-se que mil pessoas não contaminadas haviam sido irradiadas externamente, das quais 97% receberam dose entre 0,2 e 10 *mSv*. Outras 249 pessoas haviam sido contaminadas externa e internamente, das quais 49 tiveram que ser internadas, e 21 delas

exigiram atendimento intensivo e 10 vítimas apresentaram estado extremamente grave (OKUNO, 2013).

2.10.3. Fukushima, 2011

O terremoto de 8,9 graus na escala Richter e o tsunami que abalaram o Japão na madrugada do dia 11 de março (horário de Brasília) provocaram danos na usina nuclear de Fukushima, localizada na região nordeste da ilha. Vazamentos radioativos foram registrados e um iminente desastre nuclear mobilizou a comunidade internacional (AMPUDIA, 2011). De acordo com a jornalista Ganhão (2014), três anos depois do Tsunami e do terremoto, o total de pessoas que morreram devido ao stress e por complicações de saúde supera o número de vítimas do próprio desastre, dizem as autoridades locais; 1656 pessoas morreram desde o dia fatídico, enquanto 1607 perderam a vida, em consequência direta do acidente (GANHÃO, 2014).

3. VISITAS TÉCNICAS EM AMBIENTES HOSPITALARES COMO ESTRATÉGIAS DE ENSINO PARA ESTUDOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES

A visita técnica é uma importante ferramenta de ensino, pois permite ao estudante o contato com a aplicação prática dos conteúdos aprendidos em sala de aula. As visitas técnicas em ambientes hospitalares e, em especial para esse trabalho, nos setores em que se utiliza a radiação ionizante (RI), auxiliam na formação do estudante, tanto de maneira específica, relativa ao conteúdo das radiações ionizantes, quanto na visão de cultura geral que, além da teoria, engloba outros aspectos, como observar equipamentos, que utilizam a radiação em ambientes profissionais, verificar a dinâmica, organização e demais fatores que envolvem o cotidiano profissional desses lugares, etc.

A importância da visita técnica como recurso metodológico de ensino tem um potencial maior ainda quando se foca a educação profissional. Todos os discentes precisam ter a oportunidade de conhecer e verificar o funcionamento das empresas e do mercado de trabalho, como forma de rever os conceitos teórico-metodológicos e expressar o diálogo produzido em sala de aula, (SANTOS, 2006). A visita técnica tem papel fundamental para contribuir com os futuros profissionais que dela necessitam, que precisam do espaço para desenvolver estudos e pesquisas e para se atualizar na área específica do seu curso. Assim, deslocar-se a uma empresa ou instituição, durante a realização do curso, promove a oportunidade de aprofundar os conhecimentos da ciência e relacionar com aplicações tecnológicas (VII CONNEPI, 2012).

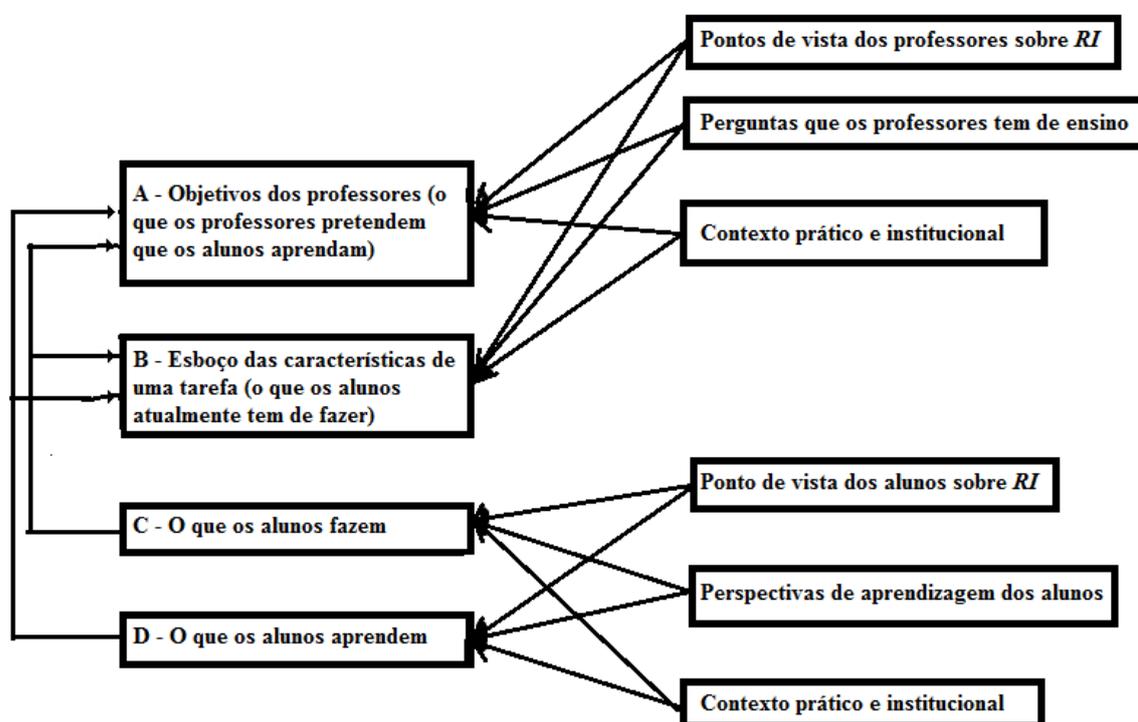
As visitas técnicas podem:

- promover a integração entre a teoria e a prática no que se refere aos conhecimentos adquiridos pelos estudantes na instituição de ensino, através da observação durante a visita;
- propiciar ao estudante a vivência do mercado de trabalho, produtos, processos e serviços no próprio local e a integração entre os mesmos;
- propiciar ao estudante a oportunidade de aprimorar a sua formação profissional e pessoal através da observação.

Oliveira (2008) enfatiza que as visitas, quando preparadas, planejadas e organizadas com rigor e efetividade, conferem aos estudantes uma aprendizagem efetiva, na medida em

que permitem que estes desenvolvam o seu conhecimento, as suas destrezas e as suas atitudes. Posteriormente, isso tudo deve servir como complemento para possíveis atividades desenvolvidas em sala de aula. De acordo com Millar et al (1999), a efetividade da visita deve ser caracterizada pelos objetivos que os professores definiram para a sua preparação, deve atender a um conjunto de aspectos relativos à sua estruturação, ao contexto prático e institucional onde esta vai ser implementada, àquilo que os estudantes fazem no decorrer da atividade, bem como no que realmente aprenderam com a sua implementação. A figura 4, a seguir, representa um mapa adaptado para o conteúdo da RI, um modelo para averiguar a efetividade da visita técnica (adaptado de Millar et al (1999)).

Figura 4: Modelo de avaliação para averiguar a efetividade de uma visita técnica



Fonte: Dissertação de Manuela Teixeira, 2008, p. 27

De fato, observa-se que entre os objetivos e os aspectos estruturais estabelecem-se conexões de dependência entre os dois principais intervenientes no processo ensino e aprendizagem de qualquer atividade a ser realizada: os professores e os estudantes.

Inúmeros estudos têm demonstrado que as visitas técnicas têm consequências, a longo prazo, para os estudantes, principalmente pelo fato de se recordarem mais facilmente dos aspectos contextuais ou específicos que visitaram (FALK&DIERKING 1997, apud ANDERSON et al, 2006).

Logo, a conciliação das aulas teóricas com as visitas técnicas é de grande valia, pois propicia a aproximação da prática e do mercado profissional, estabelecendo um suporte para a iniciação científica através da observação, bem como pela motivação de estudantes e professores durante o processo de ensino-aprendizagem.

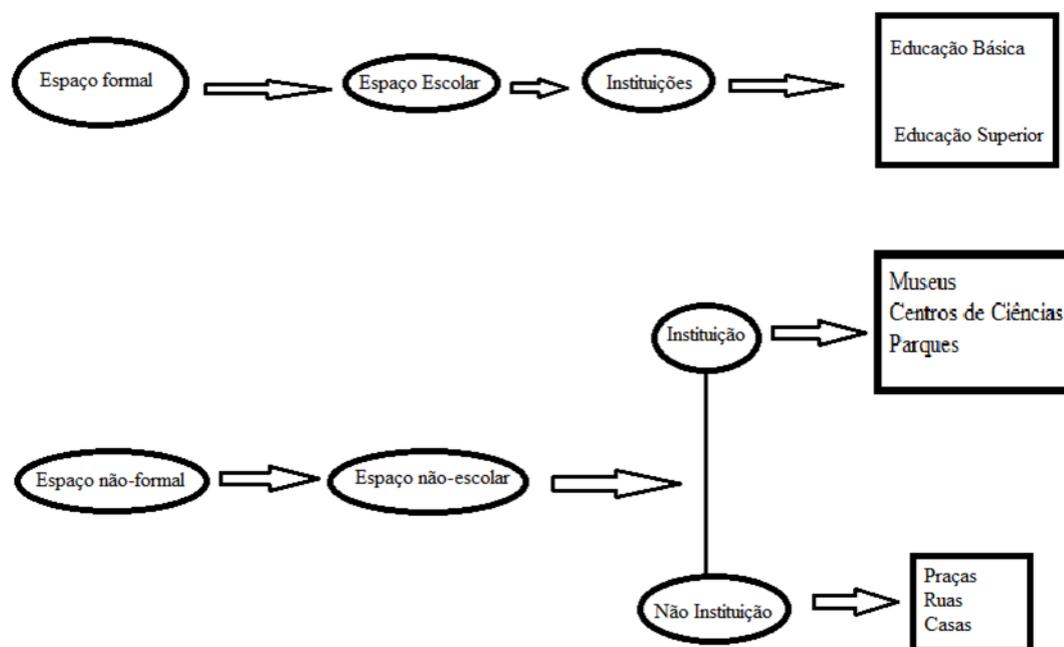
3.1. Espaço de educação formal, não formal e informal.

Dependendo do conteúdo a ser trabalhado, desde que seja interessante aos estudantes, a aprendizagem pode ocorrer dentro ou fora da sala de aula. O espaço oferece a troca de saberes. Muitos estudantes possuem vivências e aprendizagens adquiridas também por meio da educação informal. É com a educação formal, realizada no espaço escolar (formal), que os discentes adquirem muitos conhecimentos, mas que podem ser aprimorados quando se estabelece a relação teoria/prática proporcionada pelo espaço não formal.

Essas diferentes formas de ensino são definidas por Vieira et al. (2005) como: educação formal é aquela que ocorre nos espaços formais de educação; a não formal é a que ocorre em ambientes não formais, mas em situações onde há intenção de ensinar e desenvolver aprendizagens; e ainda há a informal, como a que ocorre em situações informais como conversa entre amigos, no cotidiano das pessoas em ambientes familiares, entre outros.

Definido na Lei 9394/96 de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, o espaço formal é o espaço escolar, que está relacionado às Instituições Escolares da Educação Básica e do Ensino Superior. É a escola, com todas as suas dependências: salas de aula, laboratórios, quadras de esportes, biblioteca, pátio, cantina, refeitório. Local onde a Educação ali realizada é formalizada, garantida por Lei e organizada de acordo com uma padronização nacional, Jacobucci (2008). A figura 5 apresenta uma abrangência dos espaços formais e não formais, (JACOBUCCI, 2008, p. 57).

Figura 5: Representa uma abrangência do espaço formal e não formal



Fonte: Revista Extensão, Uberlândia, V. 7, 2008, p. 57

Espaços não formais de educação possuem um perfil multidisciplinar e são, sem dúvida, uma ferramenta que permite colocar novos elementos de estudo à disposição dos estudantes. Para Steffani (2011, p.200), “o conceito escola se expande muito além dos muros escolares, incluindo todas as relações pessoais e coletivas, que incorporam tanto o ensino formal quanto o ensino não formal”. De acordo com Libâneo (2008, p. 89), o conceito refere-se àquelas “atividades com caráter de intencionalidade, porém com baixo grau de estruturação e sistematização, implicando certamente relações pedagógicas, mas não formalizadas”.

Nesse contexto, Candau (2010) faz referência à importância do reconhecimento de espaços não formais de educação nos tempos atuais, como novos espaços educativos, pois considera novas práticas sociais como múltiplas formas de se relacionar com o conhecimento, complementado no estudo feito por Rodrigues (2013).

O informal é o espaço em que, segundo Livingstone (2001), os professores ou mentores assumem a responsabilidade de instruir os outros com situações de aprendizagem, sem referência a um contínuo-corpo deliberadamente organizado de conhecimentos, de forma

mais ocasional e espontânea, tal como orientá-los na aquisição de habilidades de trabalho ou em atividades de desenvolvimento comunitário. Além disso, o espaço informal é qualquer atividade que envolva a busca da compreensão do conhecimento ou habilidade que ocorre sem a presença dos critérios impostos externamente de forma curricular, em qualquer contexto fora dos pré-estabelecidos currículos das instituições educativas.

Portanto, o espaço formal é o local pertencente ao estabelecimento reconhecido de ensino no qual o estudante está estudando; o espaço não formal, por outro lado, é o local externo e não pertencente ao estabelecimento reconhecido de ensino. De acordo com Seiffert (2011), este pode ser:

- a) Institucionalizado: pertencer a uma pessoa jurídica como instituição privada ou pública;
- b) Não institucionalizado: não pertencer a alguma pessoa jurídica.

Para o espaço informal não é necessária discriminação, pois não ocorre processo de ensino-aprendizagem planejado.

Dessa forma, a aprendizagem pode ocorrer em diversas combinações de modalidade de ensino em relação a espaços como, por exemplo, a visita de ensino formal em espaço não formal, com a intencionalidade de adquirir novos conhecimentos (institucionalizado ou não) e vice-versa.

Então, a presente sequência didática dirige-se a um espaço não formal, já que é um ambiente hospitalar, sem vocação escolar.

4. PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

Para a realização da pesquisa desenvolvida, foram seguidos alguns princípios para orientar e também para a elaboração de planos de aula.

4.1. Princípios que orientaram a construção metodológica

Segundo a teoria de Ausubel (1980), para que ocorra aprendizagem é necessário considerar os conhecimentos prévios dos estudantes. É necessário entender o que eles já sabem sobre determinado assunto e de que forma eles os interpretam. Ainda, segundo Ausubel (1980), a aprendizagem significativa se dá através de ensinamentos que possam ser lembrados mais tarde, que realmente conseguem ser fixados na mente dos nossos estudantes. Esses ensinamentos devem ser aplicados de formas diferentes, seja através de aulas expositivas, explicativas, através de exercícios, de aulas experimentais, de apresentação de vídeos, e ainda de vistas técnicas, onde terão a oportunidade de observar como a teoria é aplicada na prática.

Para isso, faz-se necessário que o professor utilize instrumentos de coleta de dados que permitam identificar os conhecimentos prévios de seus estudantes sobre determinado assunto, nesse caso, as radiações ionizantes.

De acordo com seus conhecimentos, o professor confronta as informações recolhidas de estudantes e começa a esclarecer quais são as das radiações ionizantes, suas aplicações, seus riscos e cuidados que devem ser observados ao manipular fontes radiantes de energia ionizante. Após explicar parte do conteúdo, (esse tópico refere-se à Física Moderna, que na maioria dos livros didáticos encontra-se no final do livro texto e é pouco abordado), poderão surgir questionamentos dos estudantes. Para a aprendizagem efetiva, há necessidade de entender a aplicação, (que é pouco provável que ocorra, mas poderia ocorrer, sim) em uma sala de aula comum. Através das vistas técnicas, temos uma possibilidade de explorar esses fenômenos, algo que torne sua aprendizagem significativamente interessante.

Na prática estabelecida para o desenvolvimento do estudo das radiações ionizantes e sua aplicabilidade, as visitas técnicas são atribuídas conforme as temáticas utilizadas e, também, com as necessidades conjuntas com outras atividades que lhe forem cabíveis, tais

como seminários, palestras, construção de maquetes dos setores e dos equipamentos visitados. Por exemplo, uma visita técnica que aborde as questões de processos de geração e manipulação da energia ionizante requer que o mediador da disciplina disponha de um breve estudo sobre processos, apresentando os conceitos que retratem as questões relacionadas com a temática em estudo. Complementando, é necessário que os estudantes façam pesquisa sobre o assunto antes do trabalho no campo (visita), como forma de planejamento da visita técnica. Segundo Ander-Egg (LAKATOS, 2001), pesquisa “é um procedimento reflexivo sistemático controlado e crítico, que permite descobrir fatos ou dados, relações ou leis, em qualquer campo do conhecimento”. Assim, o resultado desta busca reflexiva é conhecer verdades parciais.

Sobre pesquisa, Gil (2002) também fala em “procedimento racional e sistemático”, e para ser realizada são imprescindíveis métodos e caminhos técnicos, dentre os chamados procedimentos científicos. Pode-se dizer que, nesse alicerce, funda-se o edifício da ciência, na qual a construção dos conhecimentos é forjada com rigor, com cuidado e com parâmetros que oferecem segurança e legitimidade às informações descobertas.

Barros & Lehfeld (1997) defendem que é aconselhável iniciar a elaboração do projeto de pesquisa após a definição do problema. Para tanto, um estudo exploratório deverá ser efetivado, observando-se os elementos que evidenciam seu surgimento. Assim, no período do estudo exploratório, a preocupação estará centrada na formulação e delimitação do problema. Contudo, será durante a elaboração do projeto de pesquisa que se poderá avaliar a viabilidade de investigação do problema formulado.

Portanto, pode-se encarar a visita técnica como parte de um processo de pesquisa científica, que exige uma pesquisa bibliográfica anterior, exploratória, para fixação dos conceitos teóricos e, assim, obter-se os resultados esperados na pesquisa de campo através da visita propriamente dita. Observa-se a relevância do planejamento da pesquisa, que é responsável por mapear um caminho a ser seguido durante a investigação e, desta forma, esclarecer para o próprio investigador os rumos do estudo. Ora, sabendo aonde se quer chegar e como isto será realizado para lograr sucesso, certamente o pesquisador não se perderá no trajeto (DESLANDES, 1994).

Tendo em vista, portanto, a importância da utilização da visita técnica, conforme o evidenciado, necessária se torna a organização das várias etapas pelas quais passam a sua

execução, tanto ao nível da prática pedagógica, como da investigação científica, através da ação do planejamento (FERREIRA, 2002). Assim, propõe-se, a seguir, o encaminhamento para a organização da visita de forma sistematizada, através de um roteiro básico, o qual tomou por base a coletânea de texto organizada por Ferreira (2002), inserindo no mesmo algumas alterações com a finalidade de torná-lo mais claro e procurando contemplar/ e priorizar aquelas fases que se entende serem importantes nessa prática.

Desta maneira, a importância da ligação entre visita técnica e os estudos das radiações ionizantes no processo ensino-aprendizagem dos discentes do ensino médio se baseia, antes de tudo, na participação do estudante, e se estende desde o planejamento da visita, até a relação entre a teoria e prática na própria visita técnica.

4.2. Planejamento

Devido à experiência adquirida no curso técnico, e a dificuldade de fazer com que o estudante no Ensino Médio demonstre maior interesse sobre as RI, foi desenvolvido um planejamento para visitas técnicas orientadas para o ensino das RI, priorizando a aprendizagem significativa para a terceira série do Ensino Médio. Ao oferecer a oportunidade de visitas técnicas para estudantes, cria-se mais uma possibilidade de mostrar os avanços científicos e tecnológicos com um olhar mais atento e motivador para o ensino das RI.

A presente proposta foi aplicada a uma turma da terceira série do Ensino Médio com três períodos no turno da manhã, de uma escola privada. No primeiro encontro, para descobrir o que os estudantes sabiam sobre RI, proporcionou-se um espaço para discussão e houve uma conversa, na sala de aula, questionando sobre o que eles sabiam a respeito desse assunto. Eles mencionaram o acidente de Fukushima, os Raios-X, a radiação solar, as dores de cabeça, a febre, o acidente de Goiânia, Césio 137 (documentário assistido na disciplina de ciências na 8ª série), a meia vida e o decaimento alfa, beta e gama, os elementos radioativos estudados na disciplina de Química, o câncer provocado pelos acidentes, a depressão, o suicídio. Essa escola possui, no turno da noite, um curso técnico em radiologia médica.

Para a escolha das técnicas e métodos utilizados para trabalhar o conteúdo sobre as radiações ionizantes, no ambiente hospitalar, quanto mais simples e diretos forem os métodos utilizados nas visitas técnicas, entende-se que trazem melhor qualidade na obtenção de uma

resposta dos alunos aos objetivos formulados. Para isso, os objetivos propostos se pautaram em identificar as características peculiares das atividades no setor.

O planejamento utilizado envolveu a elaboração dos planos de aula de oito encontros, material que se encontra no apêndice A. Para a avaliação dos resultados, a fim de verificar o impacto na aprendizagem sobre radiações ionizantes, proporcionado pela visita aos estudantes, foi adotada avaliação qualitativa pautada em três instrumentos de coleta: questionários aplicados antes e depois da visita; construção de mapas conceituais antes e depois das visitas; dramatização e construção de maquetes que foram apresentadas e explicadas pelos estudantes sem a permissão de leitura completa junto com a apresentação, pois poderia passar a sensação de insegurança para quem estava assistindo; mas foi permitida a utilização de recursos visuais, como *datashow*, cartazes, dentre outros.

4.3. Produto da dissertação

O produto do presente trabalho será a sequência didática composta de oito aulas, com o objetivo de auxiliar professores que pretendam abordar o tema **radiações ionizantes**, principalmente para estudantes do Ensino Médio, utilizando a visita técnica ao setor de radiologia hospitalar como recurso facilitador da aprendizagem no referido tema. Ao profissional que tenha interesse em aplicar esse produto é necessário o cumprimento dos procedimentos, conteúdo e sequência referentes às oito aulas. A apresentação completa dos oito planos de aula e a ficha técnica da visita técnica ao hospital encontra-se no apêndice A.

A seguir, há uma breve descrição dos planos de aula.

- No primeiro plano, verifica-se, através de uma conversa, o que os estudantes entendem por radiação, ou seja, os conhecimentos prévios sobre o assunto. Informar-se à turma como será a sequência do trabalho ao longo das oito aulas: a construção de mapas, os questionários, os debates e as discussões, e a finalização com a construção de maquetes e dramatização. Nesse primeiro plano, destacam-se as etapas 1, 2 e 3 da UEPS;
- No segundo plano consta a apresentação e discussão, de vídeos e documentários sobre Chernobyl, Césio-137, o acidente em Fukushima. O objetivo é informar as aplicações,

os procedimentos utilizados para o combate e os efeitos causados em caso de acidentes radioativos, de acordo com a etapa 4 da UEPS;

- No terceiro plano está a construção de mapas conceituais e aplicação de questionário para verificar o nível de entendimento dos estudantes, sobre RI, em sala de aula. Optou-se por mapas e questionários para ter mais de um instrumento de avaliação com objetivo de ter uma visão mais ampla de como os estudantes estão até o momento, de acordo com as etapas 5, 6 e 7 da UEPS;
- No quarto plano acontece a apresentação dos mapas, para a turma, pelos próprios estudantes. Nesse momento, verifica-se se todos os conceitos estudados até o momento estão presentes e as dificuldades encontradas pelos estudantes durante a construção dos mapas. Isso servirá de base para a visita técnica, de acordo com as etapas 6, 7 e 8 da UEPS;
- No quinto plano ocorre a visita técnica ao hospital. Esse é o momento de os estudantes observarem a rotina dos setores de radiologia e radioterapia, de interagirem com os profissionais do ramo, e de realizarem as possíveis conexões com o que foi visto em sala de aula, de acordo com as etapas 7 e 8;
- No sexto plano, com o objetivo de verificar se a direção tomada até o momento para a ocorrência da aprendizagem significativa está satisfatória, é proposto para a turma a construção de outro mapa conceitual e a aplicação de outro questionário. Dessa maneira, haverá mais subsídios para analisar a evolução na aprendizagem da turma, de acordo com as etapas 2, 7 e 8 da UEPS;
- No sétimo plano é proposto um seminário em grupo, quando cada estudante tem em suas mãos os mapas e questionários feitos antes e depois da visita técnica, com o objetivo de verificar a melhora no entendimento das RI, de observar se houve progresso nas conexões entre os conceitos nos mapas e se as respostas nos questionários ficaram mais definidas, de acordo com as etapas 6, 7 e 8 da UEPS;
- No oitavo plano propõe-se um momento para que o estudante tenha a oportunidade de praticar o que foi desenvolvido até o momento. Conforme foi informado na primeira

aula, a realização de dramatização junto com a construção de maquetes conduz o estudante para um estágio em que ele deve observar tudo o que foi estudado; pois, nesse momento, ele deverá ter o cuidado em representar o setor escolhido, de maneira que os meios de proteção e instalações estejam de acordo com o que foi estudado e observado, de acordo com as etapas 6, 7, 8, e 9 da UEPS.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aplicação da estratégia das oito aulas transcorreu no período entre o dia 06/07/2015 até o dia 09/11/2015. Inicialmente com 15 estudantes, esses encontros aconteceram quinzenalmente; pois, junto a esse projeto, os estudantes também precisaram se apropriar dos demais conteúdos específicos da terceira série do Ensino Médio, possibilitando assim um maior tempo hábil para a realização das tarefas propostas. A opção por encontros quinzenais deu-se por oferecer maior período para os estudantes organizarem-se com as tarefas rotineiras. Durante esse processo, houve duas desistências, estudantes que participaram parcialmente do trabalho e logo foram descartados, restando 13 estudantes. Para a análise qualitativa dos resultados, optou-se por três métodos: questionários aplicados antes e depois da visita; construção de mapas conceituais sobre o tema RI antes e depois da visita técnica; dramatização e construção de maquetes.

5.1. Questionário 1

Este questionário foi realizado após a apresentação do conteúdo da RI e antes da visita ao setor de radiologia ao hospital.

- 1 - Qual seu interesse em fazer uma visita ao setor de radiologia ou radioterapia no hospital?
- 2 - O que você conhece sobre os setores de radiologia e radioterapia de um hospital?
- 3 - Quais os profissionais que atuam nos setores de radiologia e radioterapia de um hospital?
- 4 - O que faz um técnico em radiologia médica?
- 5- Eventualmente, os meios de comunicação nos trazem informações sobre acidentes radioativos, radioatividade, tratamento de doenças que utilizam radiação, processo da realização dos exames radiodiagnósticos utilizam uma forma de radiação e etc. Baseado nessas informações o que se entende por radioatividade?
- 6 - Qual o tipo de radiação é mais prejudicial aos seres vivos?
- 7 - Nos documentários sobre acidentes radioativos, ouve-se falar em elementos com o número de prótons, que são radioativos, chamados de radioisótopos. Esses radioisótopos são utilizados na medicina. Cite alguns exemplos dessa utilização na área da medicina.
- 8 - A quantidade de radiação pode ser medida? Como?

9 - Com o conhecimento da meia-vida, é possível estabelecer uma margem de segurança para os materiais radioativos. O que é meia-vida de um radioisótopo?

10 - Quais os meios de proteção, para os usuários (pacientes e técnicos) utilizados nos setores de radiologia e radioterapia?

As respostas ao primeiro questionário, encontram-se no apêndice B (figura 21), de um do estudante selecionado aleatoriamente.

Na questão 1, os estudantes responderam sobre a curiosidade em conhecer os setores.

A questão 2 tinha por objetivo, questionar os estudantes sobre o conhecimento dos setores de radiologia e radioterapia. Em geral, todos responderam que o setor da radioterapia é utilizado para o tratamento de câncer, e o de radiologia, para a realização de exames de raios X, observação de fraturas, órgãos e etc.

Nas questões 3 e 4, os estudantes foram abrangentes, destacando médicos e enfermeiros como profissionais que atuam nesses setores. Sendo que dos treze estudantes, que foram para a visita, apenas um respondeu que quem atua nesses setores são técnicos em radiologia médica e, no setor de radioterapia, físicos médicos. E, quanto à quarta questão, apenas um estudante respondeu corretamente ser o profissional que atua na radiologia médica.

A questão 5 solicitava aos estudantes que informassem o que conheciam por radioatividade. Desses estudantes, doze responderam que poderia ser utilizado para um determinado tratamento, mas, se utilizada em excesso, poderia levar à morte de um jeito bem doloroso. Os estudantes comentaram também que profissionais que atuam nessa área utilizam equipamentos de proteção, o que não era feito antigamente, quando o tratamento por radioatividade foi descoberto. Um estudante não soube responder à questão.

A questão 6 solicitava aos estudantes qual o tipo de radiação é mais prejudicial aos seres vivos. Apenas três estudantes responderam **radiação gama**: os demais não souberam responder.

A questão 7 referia-se a radioisótopos e solicitava aos estudantes que citassem exemplos de utilização na área da medicina. Apenas cinco estudantes responderam raios X, radioterapia, tomografia ou tratamento de doenças. Um estudante mencionou o uso dos raios X na odontologia. Os demais não souberam responder.

A questão 8 abordava a quantidade de radiação e como ela pode ser medida. Nessa questão, onze estudantes responderam corretamente que poderia ser medida através do Contador Geiger, dos quais quatro mencionaram também o dosímetro. Os demais não souberam responder.

Na questão 9, o conceito de meia vida foi abordado e nenhum estudante respondeu de forma satisfatória. Um estudante, na tentativa de resposta, enunciou: “é o tempo de vida do átomo”.

A questão 10 abordava os meios de proteção usados para os pacientes e para os técnicos. Nessa questão, dez estudantes citaram os coletes de chumbo e, cinco estudantes caracterizaram o dosímetro também como meio de proteção. Os demais não souberam responder.

5.2. Questionário 2

Questionário aplicado depois da visita ao setor de radiologia ao hospital.

- 1 - O quê, na visita, motivou-o ou não a atuar nessa área?
- 2 - Dos setores que foram mostrados, qual deles lhe chamou mais atenção? Explique.
- 3 - Os equipamentos que são utilizados na geração de raios X são radioativos?
- 4 - Qual a diferença entre os setores que foram observados, evidenciando as características físicas e a forma de manuseio dos equipamentos?
- 5 - Uma pessoa que fica exposta pela radiação ionizante pode passar essa radiação para outra pessoa, ou seja, isso é contagioso?
- 6 - Os alimentos que são conservados por irradiação passam a ser radioativos depois dessa manipulação?
- 7 - Plutônio, Rádio e Cúbito são elementos que emitem radiação ionizante?
- 8 - A emissão de radiação (alfa, beta ou gama) de um átomo ocorre pela transição dos elétrons nos níveis energéticos?
- 9 - Quais os meios de proteção, para os usuários (pacientes e técnicos) utilizados nos setores de radiologia e radioterapia?
- 10 - O processo da realização dos exames radiodiagnósticos utiliza uma forma de radiação. O que você sabe sobre radiação? Quais os tipos de radiação você conhece?

11 - Qual delas é mais prejudicial?

12 - A quantidade de radiação pode ser medida? Como?

13 - Com o conhecimento da meia-vida, é possível estabelecer uma margem de segurança para os materiais radioativos. O que é meia-vida de um radioisótopo?

As respostas do segundo questionário encontram-se no apêndice B (figura 22).

Na questão 1, no geral, os estudantes responderam que conhecer o espaço onde é aplicada a RI, pois o que conhecem é somente como pacientes ao realizarem exames de raios X e, talvez, uma possível carreira a seguir.

A questão 2, todos os estudantes disseram que ficaram impressionados com o setor de radioterapia, pela estrutura do equipamento, pelo local onde é instalado e pela quantidade de profissionais que atuam nesse setor.

A questão 3 perguntava se os equipamentos que são utilizados na geração de raios X são radioativos. A essa questão, onze estudantes responderam que não, pois não emitem radiação própria. Dois estudantes responderam que sim, que são radioativos.

A questão 4 solicitava aos estudantes que caracterizassem os setores observados: características físicas e a forma de manuseio dos equipamentos. A essa questão, todos os estudantes responderam que os setores possuem paredes grossas e blindadas com chumbo e que as portas também blindadas. Todos responderam que no setor de radioterapia, durante o tratamento, somente o paciente fica na sala. O técnico comanda o equipamento computadorizado e observa o procedimento através de câmeras. No setor de raios X, todos responderam que o técnico fica na mesma sala onde há o equipamento, separado apenas por uma parede blindada. É nessa sala que o profissional aciona o equipamento.

A questão 5 perguntava aos estudantes se uma pessoa exposta à radiação ionizante poderia contaminar outra. Dez estudantes, responderam que não, pois as pessoas contaminadas passam por tratamento de descontaminação em hospitais e, assim que o nível de radiação baixa, elas são liberadas e não oferecem riscos a ninguém. Um dos estudantes, respondeu que não sabia. Os demais, simplesmente responderam que não é contagioso.

A questão 6 perguntava aos estudantes se os alimentos conservados por irradiação passam a ser radioativos depois dessa manipulação. Dez estudantes simplesmente responderam não. Três responderam que a irradiação é uma técnica eficiente na conservação dos alimentos, pois reduz as perdas naturais causadas por processos fisiológicos (brotamento,

maturação e envelhecimento), e o tratamento a que são submetidos (pelo tempo de exposição) não oferece risco ao ser humano.

A questão 7 questionava os estudantes se plutônio, rádio e cúbito são elementos que emitem radiação ionizante. Doze deles responderam que plutônio e rádio são materiais radioativos, mas cúbito não, pois é um osso do corpo humano. Um estudante respondeu que todos são radioativos.

A questão 8 abordava a transição dos elétrons nos níveis energéticos. Quatro estudantes não identificaram esse fenômeno da radiação. Entretanto, os demais apenas responderam que sim, mas nenhum estudante apresentou uma justificativa para essa questão. As questões de 9 a 13 foram, na maioria, respondidas de forma correta, ou seja, a metodologia desenvolvida e a abordagem dos conteúdos na sequência didática foram efetivas.

A partir da proposta desenvolvida sobre a dificuldade de aprendizagem no ensino de RI, por estudantes de EM, observado em 12 anos de experiência lecionando em este conteúdo, elaborou-se uma sequência didática como um recurso didático-pedagógico potencialmente significativo utilizando as visitas técnicas em setores de raios X e radioterapia hospitalar. O desenvolvimento contemplou a investigação apriori junto aos estudantes, antes da visita técnica e após a visita, sobre os conceitos de RI. Os estudantes demonstraram, num primeiro momento, através de uma conversa inicial (primeira aula) que possuíam poucas informações sobre o tema, tais como: acidentes radioativos, a meia vida e o decaimento alfa, beta e gama, os elementos radioativos estudados na disciplina de Química, radiação solar, depressão, dores de cabeça e etc. Também, nesse primeiro encontro, foi o momento onde os estudantes receberam as informações de como seria o desenvolvimento da proposta.

Tendo em vista a escassez de informações que os estudantes possuíam, foi proporcionado um segundo momento (segunda aula), onde foi apresentado os vídeos e documentários sobre Chernobyl, Césio-137 e o mais atual, o acidente em Fukushima, onde foi dada a oportunidade de assistir e realizar discussões sobre o tema. Com essas apresentações, o objetivo era de fazer com os estudantes identificassem os meios de proteção e os procedimentos utilizados num acidente radioativo, pois no primeiro encontro, foi detectado que os estudantes não tinham conhecimento sobre esses procedimentos.

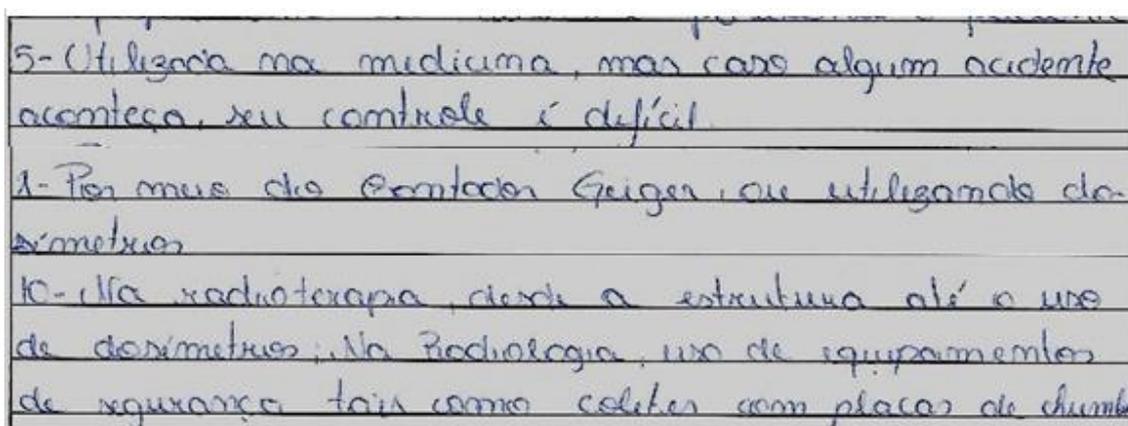
Para verificar se os estudantes melhoraram seu conhecimento sobre o tema, foi aplicado um questionário e um mapa conceitual, com isso tem-se mais de uma ferramenta para avaliar o

nível de conhecimento atingido até esse momento.

Notou-se que, durante a conversa, nenhum dos estudantes mencionou “o dosímetro”, mas, depois de assistir aos vídeos e aos documentários, esse elemento foi caracterizado como meio de proteção por cinco estudantes (questão 10) e, na questão 8, o estudante atribui ao dosímetro o meio de medição da radiação. Comparando as duas questões, percebeu-se uma confusão na função desse elemento.

Houve sim, uma pequena melhora nas informações, como observado nas respostas da questão 5, onde os estudantes responderam que, a RI, poderia ser utilizado para um determinado tratamento, mas, se utilizada em excesso, poderia levar à morte de um jeito bem doloroso e é de difícil controle. Também fizeram referencia aos profissionais que atuam nessa área utilizam equipamentos de proteção, o que não era feito antigamente, quando o tratamento por radiatividade foi descoberto. Outro indício de melhora está na questão 8, onde a maioria responde que a radiação ionizante é medida através do Contador Geiger e, ainda quatro alunos mencionam o dosímetro. A seguir, na figura 6, um recorde do primeiro questionário aplicado.

Figura 6: Recorte das respostas às questões, aplicado na terceira aula, antes da visita técnica por um estudante



Fonte: Autor

Comparando as informações desde a primeira aula até a quarta aula, nota-se que houve uma pequena mudança e armazenamento nas informações. Durante a conversa inicial, em momento algum os alunos mencionaram o Contador Geiger como sendo um meio de medição da RI. Outro indício que houve um armazenamento nas informações é o fato de que os estudantes descrevem que a RI sendo utilizada na medicina. Essa característica, de

armazenar nas informações, contempla um dos princípios da aprendizagem, que segundo (MOREIRA e MASINI, 2006, p. 13) a aprendizagem é vista como um processo de armazenamento de informações envolvidas na cognição;

Embora os estudantes tenham alguma melhora nas informações, ainda apresentam certa dificuldade sobre o tema. Essa dificuldade está demonstrada na questão 9, quando se referem a meia-vida. Na primeira aula, os estudantes somente mencionaram o termo meia-vida e, não fizeram ligação com nada. Essa dificuldade em descrever o significado de meia-vida, continua. Pois, mesmo com os documentários assistidos e discutidos até a terceira aula, os estudantes não encontraram condições para responder, como destacado na figura 7.

Figura 7: Resposta da questão nove, do questionário aplicado antes da visita técnica de um estudante

9. Não me recordo

Fonte: Autor

Já, no segundo questionário, na questão 9 (figura 8), após a visita técnica, percebeu-se que os estudantes não mencionaram o dosímetro como meio de proteção, isso demonstra que no decorrer dos encontros houve um refinamento nas informações.

Figura 8: Resposta da questão nove, aplicado depois da visita técnica de um estudante

9- Radiologia utiliza-se o colete, protetores, luvas e óculos; Na Radioterapia não existe necessidade de um colete, pois atuam do lado de fora de onde se encontra a máquima

Fonte: Autor

Durante esse processo, foi possível observar que houve a interação da nova informação com o subsunçor e que essa nova informação sofreu alteração. Esse novo significado segue por uma fase de retenção, proporcionando maior intervalo na aquisição do conhecimento adquirido. Com isso, ocorre uma nova reorganização na estrutura cognitiva do

estudante, segundo Moreira (2012), refere-se à reconciliação integrativa, mostrando indícios que houve AS.

Com as informações colhidas no primeiro encontro, constatou-se que alguns estudantes conheciam e outros não conheciam o setor de raios X. O setor de radioterapia não era conhecido por nenhum dos estudantes.

Conforme os estudos sobre as RI foram avançado, a motivação dos estudantes também aumentou. Comparando as respostas ao questionário 1 (questão 1) e as respostas ao questionário 2 (questões 1 e 2), percebeu-se que a motivação aumentou. Nas respostas à questão 1 do primeiro questionário, todos os estudantes responderam que seria conhecer os espaços, pois alguns conheciam, outros não. Ao entregarem o primeiro questionário, os estudantes que já conheciam o setor foram questionados pelo professor. Qual seria motivo de tanta curiosidade em conhecer o local se já o conheciam quando foram realizar exames? Os estudantes foram enfáticos em responder com vários comentários. As respostas abaixo resumem as ideias gerais dos estudantes sobre o tema:

“Mas agora é diferente. Antes, de estudar RI, agente conhecia como paciente, que é somente entrar na sala, o técnico posiciona, pede pra ficar parado alguns instantes, nos libera e diz pra tal dia para pegar o exame. Antes, o que a gente olhava era somente a sala, a máquina e conversava um pouco com o técnico. Agora, a gente já sabe algumas coisas a mais, como por exemplo, aquela coisa que ele fica ajeitando sobre nós lá dentro, tem uma ampola de RX, semelhante aquela que foi vista em sala de aula; a gente já sabe que o RX é uma radiação ionizante e que existe uma série de normas de segurança que devem ser seguidas. Então, professor, agora a gente tá entrando e olhando o setor com outros olhos”.

Já, os estudantes que nunca viram o local, comentaram:

“Olhar os setores e equipamentos através de imagens, a gente tem alguma noção de tamanho, de como é instalado. Agora vendo na real os setores é bem diferente, a gente vai conseguir tocar no equipamento. É possível ver se o que foi visto durante os estudos confere com a realidade, e vai que a gente goste do que vê, e comece a trabalhar nessa área”.

Percebe-se, nesses depoimentos, uma reorganização nas ideias dos estudantes. Ao relatarem que, “antes conhecíamos o setor como pacientes e agora temos mais informações”, isso nos demonstra indícios na capacidade de filtrar informações significativas.

De fato, todos os estudantes ficaram impressionados com a estrutura dos setores, principalmente com o setor de radioterapia, pois, de acordo com as respostas dadas à questão 1 do primeiro questionário, no geral os estudantes responderam que queriam conhecer esse espaço. As respostas ao questionário 2 (questões 1 e 2), mostraram que além de quererem conhecer os setores, eles ficaram deslumbrados em estar nos locais onde a RI é utilizada. Além da estrutura dos setores, foi observado por eles que a rotina no setor de radiologia é mais agitada do que a do setor de radioterapia.

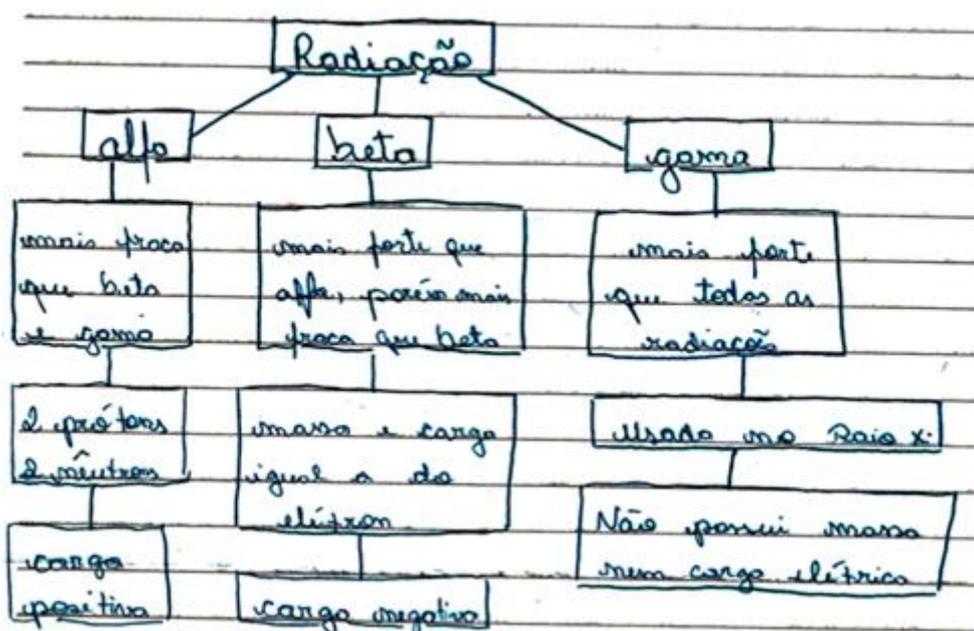
Além de mostrar indícios de que as ideias âncoras sofreram alterações (interação) e que novos significados (retenção) surgiram, também se observa indícios de que houve AS, como destacado em Chaves (2005, p.83) ao comentar que para Ausubel, “a motivação do estudante é a própria aprendizagem. Ela ocorre por si só. Para ele, quando se aprende algo, há uma satisfação inicial que estimula que o ato pedagógico continue se desenvolvendo”.

5.3. Mapas conceituais

Numa outra forma para avaliar se houve melhora na organização do pensamento do aprendiz, utilizou-se a produção de mapas conceituais pelos estudantes. Um solicitado antes da visita técnica, em sala de aula; outro, depois da visita técnica no laboratório de informática, quando puderam consultar fontes na internet. Lembrando que os estudantes estão habituados a utilizar os mapas desde a primeira série do Ensino Médio. Tanto em Física, como também em outras disciplinas, recorremos a esses instrumentos, pois estão abertos a mudanças e enfatizam aspectos da ocorrência, ou não, da aprendizagem significativa, que muitas vezes podem ser perdidos em meio à avalanche de informações que recebemos. Os mapas podem ser utilizados para termos uma imagem da organização conceitual dos estudantes, facilitando o acompanhamento na construção do conhecimento sobre o conteúdo em estudo. Apresentaremos, a seguir, a análise dos mapas conceituais de dois estudantes escolhidos aleatoriamente dentro do grupo.

Na primeira aula, durante a conversa, em momento algum foi feita referência sobre qual radiação seria mais forte⁸ ou mais fraca e, nem sobre suas cargas. Na figura 9, o estudante 2, consegue caracterizar a radiação alfa, com carga positiva, a radiação beta com carga negativa e, a radiação gama não possui carga elétrica. O mapa completo encontra-se no apêndice C (figura 23).

Figura 9: Recorte do mapa conceitual 1, do estudante 2, antes da visita técnica



Fonte: Autor

Em outra parte do mapa, o estudante apresenta o mapa descrito, ele não demonstra condições de realizar mais conexões entre as informações, como observado na figura 10.

⁸ Mais forte: extremamente penetrante, podendo atravessar o corpo humano; Mais fraca: baixo poder de penetração pode ser barrado por uma folha de papel.

Figura 10: Explicação do mapa conceitual 1, do estudante 2, antes da visita

Existem 3 tipos de radiação: alfa (α), beta (β) e gama (γ).

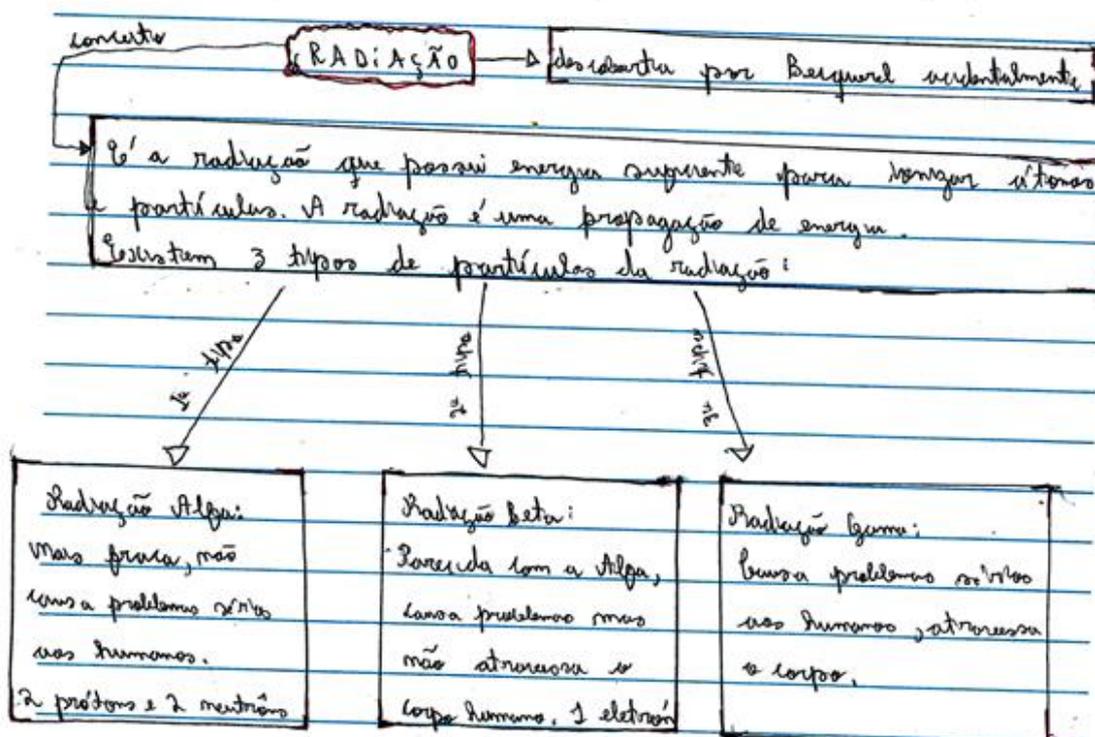
A radiação alfa contém 2 prótons e 2 nêutrons, a carga dessa radiação é positiva, ao contrário da radiação beta, que por sua vez tem carga negativa, e possui a mesma e a carga igual a do elétron. E por fim a radiação gama, que é usada no Raio X, essa radiação não é positiva, nem negativa, e também não possui massa.

A radiação gama é mais forte que as outras radiações, sendo assim, pode atravessar qualquer coisa. A radiação beta, fica na metade, quando o que se quer é intensidade, mais forte que alfa, e mais fraca que gama, essa radiação pode penetrar até 2 cm no corpo humano.

Fonte: Autor

Ainda analisando os mapas antes da visita, observa-se outra precariedade de informações, no mapa do estudante 3, mas também apresenta indícios de melhora, como observado na figura 11. O mapa completo encontra no apêndice D (figura 25).

Figura 11: Recorte do mapa antes da visita técnica, do estudante 3

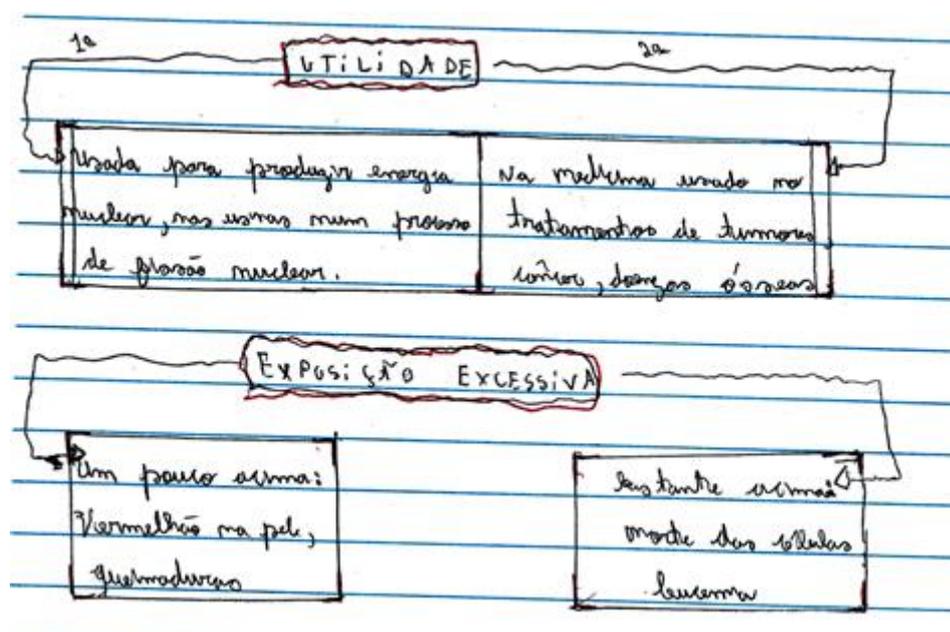


Fonte: Autor

O estudante 3, também faz referência a radiação alfa, beta e gama, assim como foi mencionado na primeira aula. Mas esse estudante ainda complementa, fazendo referência a Becquerel e também tenta descrever o conceito de radiação. Também diz que a radiação gama causa problemas sérios aos humanos e, não faz conexão com mais nenhuma informação.

Embora não conecte as informações iniciais do mapa, com outras informações posteriores, o estudante 3 ainda apresenta outros indícios que demonstram enriquecimento nessas informações. Ele acrescenta dados soltos no mapa conceitual, figura 12, como utilidades e exposição excessiva. Esses dois dados deveriam estar conectados com as outras informações.

Figura 12: Recorte do mapa conceitual 1, do estudante 3. Esta representando a falta de conexão entre as informações



Fonte: Autor

Mesmo apresentado poucas informações adicionais nos mapas dos estudantes, ainda tem-se condições de detectar alguns indícios, que representam uma melhora no nível dos alunos sobre o tema. O estudante 2, conseguiu conectar mais informações nos termos alfa, beta e gama e, o estudante 3, além de conectar mais dados nos termos alfa, beta e gama, ele vai além, acrescentou informações sobre utilização e os perigos da radiação. Detecta-se nessa análise parcial, o acréscimo de alguns dados nos mapas dos estudantes, no que esses dados novos, não surgiram em momento algum na primeira aula.

Esses novos dados nos representa a ligação dos novos significados emergentes com as ideias ancoradas correspondentes no intervalo de memória (retenção) (AUSUBEL, 2003, p. 8) pode-se perceber a essência da aprendizagem significativa. O conhecimento vai sendo construído a partir de uma reorganização constante na estrutura cognitiva do indivíduo, a partir da conexão entre o conhecimento já existente, os subsunçores, e os novos adquiridos.

Com base na investigação verbal desenvolvida na primeira aula, nas leituras e documentários assistidos e discutidos, na análise dos questionários e mapas conceituais,

percebeu-se a necessidade de buscar novas informações e novos recursos para o ensino da RI. Embora até o momento (quarta aula) tenhamos contemplado as etapas de 1 à 8 da UEPS⁹, percebemos que as informações internalizadas, através dos recursos que mencionamos anteriormente, deveriam sofrer um melhor aprimoramento. Pois os próprios estudantes começaram a questionar. A seguir a transcrição de algumas falas dos estudantes:

- *Professor agente vai poder ver essas máquinas?*
- *Seria interessante ver essas máquinas porque aqui na sala de aula, assistindo os documentários e através das leituras, agente só tem uma certa noção....*

A partir dessas falas percebe que somente as informações adquiridas durante as aulas torna-se insuficiente ao estudo das RI. Mas percebe-se também que os próprios estudantes estão solicitando mais informações sobre o tema.

Durante a visita técnica, que começou pelo setor de radiologia do hospital, foi propiciado aos estudantes à oportunidade de outra vivencia, diferente da sala de aula tradicional. Nessa visita, eles tiveram condições de trocar ideias com o próprio técnico, que estava nos acompanhando, utilizando e compreendendo os termos técnicos relacionados a RI, como por exemplo, feixe de elétrons, dosímetro, radiação gama, blindagem e etc. Tiveram a oportunidade de observar os equipamentos de raios X convencional e o digital, no qual foi esclarecido pelo técnico a diferença entre os dois.

Ao entrarem no setor de radioterapia, tiveram a oportunidade de observar que é um ambiente diferenciado. Os estudantes ficaram espantados com o tamanho da porta, onde fica o equipamento. A seguir uma das falas dos estudantes:

... nossa olha o tamanho dessa porta....nem comparar com as portas do setor de raios X...

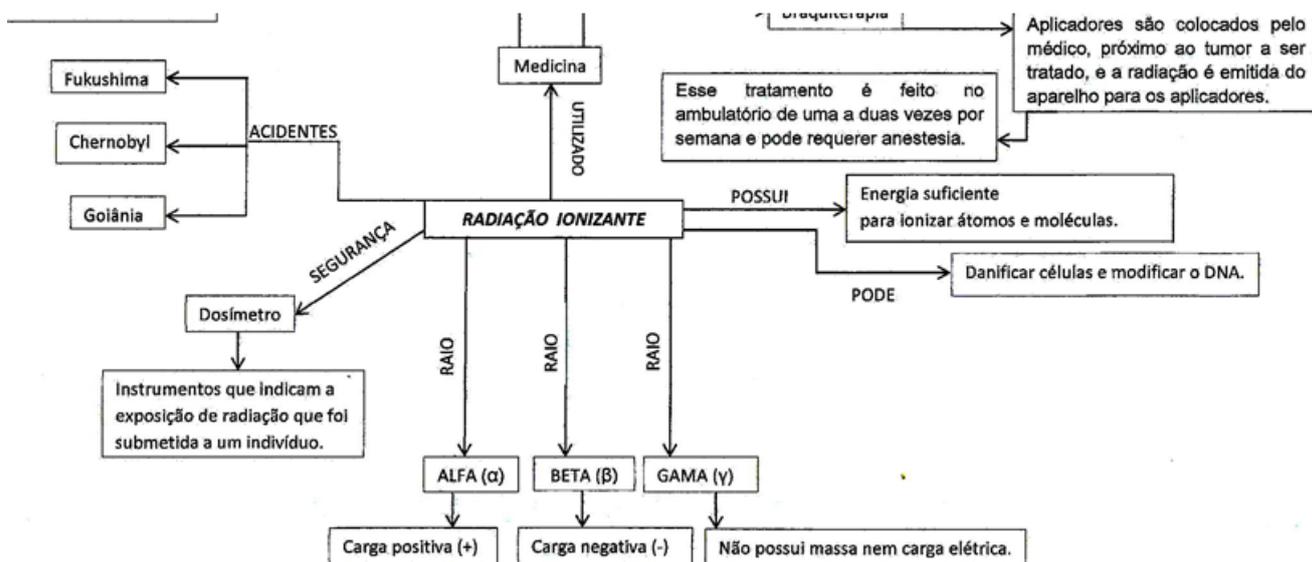
Essa surpresa, os estudantes não teriam condições de visualizar na sala de aula tradicional. Uma vez que os estudantes comentaram: “*professor, ao vivo é bem melhor...*”. Ao visualizar o equipamento de radioterapia, a mesma surpresa referenciada ao tamanho da porta, ficaram surpresos com o tamanho da máquina e com o nível de conhecimento e proteção que é destinado a quem atua nessa área.

⁹ UEPS veja em Unidades Potencialmente Significativas e, o resumo das oito aulas em (5.2) Desenvolvimento do Planejamento.

Baseado nos comentários dos estudantes e as análises dos questionários e mapas antes da visita técnica, para uma melhor avaliação do processo, foi proposto aos estudantes na sexta aula, a construção de outro mapa conceitual e aplicação de outro questionário. Como os estudantes estão familiarizados com a construção de mapas, pois trabalham com os mesmos desde a primeira série do EM, foi disponibilizado o laboratório de informática para uma melhor agilidade na construção, através do software¹⁰.

No mapa construído pelo estudante 2, percebe-se que a quantidade de informações e ligações aumentaram significativamente. O estudante se refere a palavra radiação, como radiação ionizante. Faz conexões com raios alfa, beta e gama, onde no primeiro mapa isso foi feito, mas as outras conexões são novas. Ele refere-se a segurança, aplicações na medicina bem detalhadas e acidentes radioativos, como pode ser observado na figura 13. O mapa completo encontra-se no apêndice C (figura 24).

Figura 13: Recorte mapa conceitual do estudante 2, construído após a visita técnica



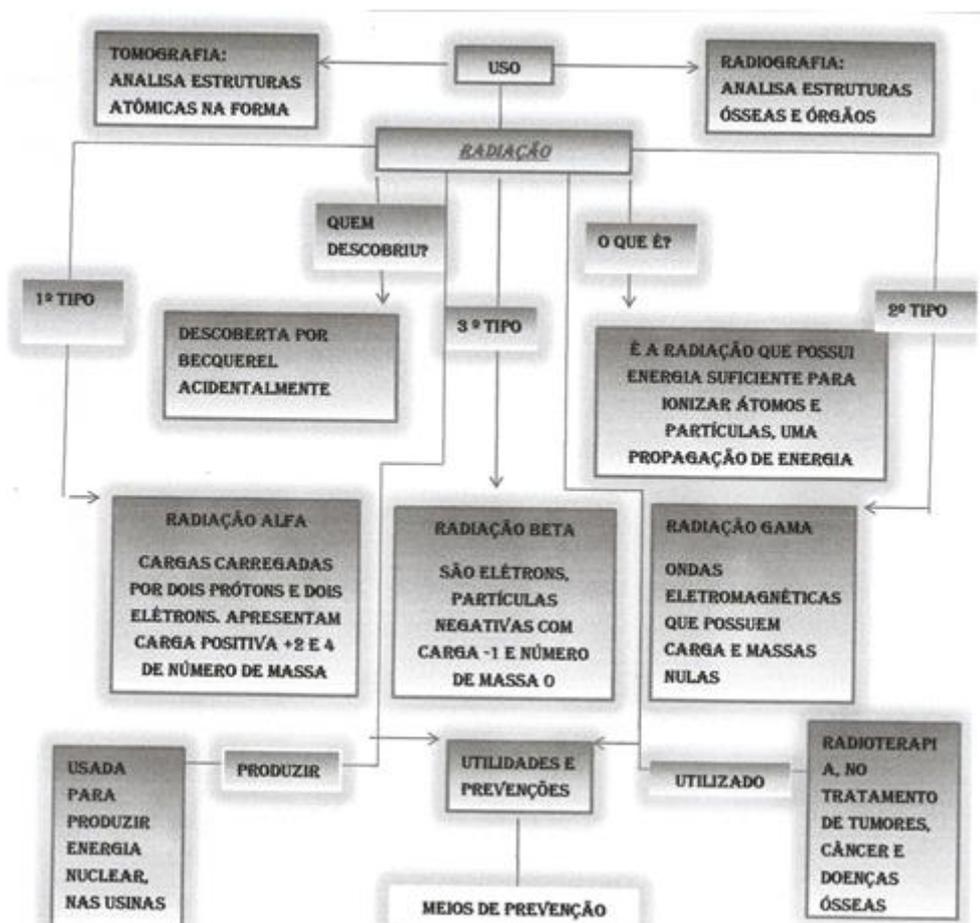
Fonte: Autor

Outro indício que houve melhora nas informações dos estudantes, podemos verificar na figura 14, que refere-se ao estudante 3. O estudante menciona as aplicações tomografia, radiografia e radioterapia, também menciona os meios de proteção. Neste mapa o estudante

¹⁰ Software de propriedade do colégio e licenciado.

não deixou as informações soltas, todas as informações estão conectadas com outras informações. O mapa completo encontra-se no apêndice D (figura 26).

Figura 14: Recorte do mapa conceitual do estudante 3, construído após a visita técnica



Fonte: Autor

Com a proposta na sétima aula, de realizar um seminário com a turma, os estudantes tiveram a oportunidade de comparar os mapas e questionários e conseguiram identificar uma melhora significativa nas informações sobre o tema e, foi possível contemplar as etapas 2, 6, 7 e 8 das UEPS. Pois tendo os mapas e questionários feitos ao longo do processo, os estudantes tiveram a visão do crescimento que tiveram até esta aula. A satisfação em observarem que foi possível refinar as informações sobre RI, que no início eram escassas, ficou evidenciado no semblante dos estudantes e nos comentários dos estudantes durante o seminário. A seguir alguns comentários externados pelos estudantes:

- *Pra quem conseguiu falar uma ou duas palavras no início e agora escrever tudo isso, tá muito bom, né professor;*
- *Professor mas é um mapa mais bonito que o outro quadrado ligado como outro;*
- *Agora acho que fico mais tranquilo para a apresentação.*

Dessa forma, ainda é possível observar que os estudantes conseguem entender que a radiação ionizante tem diversas formas de ser utilizada. Eles conectaram a aplicação da RI na Medicina, em exames e no tratamento de doenças. Conseguiram visualizar também seus perigos, como os acidentes em Fukushima, em Chernobyl e em Goiânia, e os materiais de proteção que devem ser utilizados durante a manipulação da RI. Logo, percebemos que houve um avanço do estudante 1. Eles apontam também aspectos positivos e negativos das RI, o que não é visto no primeiro mapa.

De modo geral, ao observar os mapas construídos antes e depois da visita técnica, foi possível constatar indícios de uma ligação entre os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos; pois, no mapa 1, os estudantes citaram basicamente radiações alfa, beta e gama e algumas aplicações. Já, no mapa 2, os estudantes fazem referência aos meios de proteção, sua aplicação na medicina, mencionando os acidentes radioativos. Foi possível ainda observar que o fato de se ter discutido o tema em sala de aula através das leituras, dos documentários e das discussões sobre RI, permitiu aos estudantes da turma uma reorganização de conceitos. Tal reorganização foi representada pelas novas conexões estabelecidas entre os mapas antes e depois da intervenção da visita técnica. O complemento das aplicações, as normas de segurança e a construção de conceitos mais elaborados nos mapas dos estudantes nos leva a crer que o trabalho realizado em sala, em seguida à realização da visita técnica orientada, possibilitou uma ancoragem mais consistente dos novos conhecimentos.

5.4. Maquetes e Dramatização

De acordo com SCARPATO (2004), a dramatização como técnica de ensino tem como proposta envolver os estudantes em uma dinâmica diferenciada das aulas puramente expositivas. Com essa técnica, é possível trabalhar e integrar diversas áreas, mesclando a arte com a ciência.

Para DUNN (2010, p.8), “fundamentalmente, a maquete arquitetônica física nos permite perceber a experiência tridimensional em vez de ter que imaginá-la”. De acordo com GIORDAN (1996), um modelo é uma construção, uma estrutura que pode ser utilizada como referência, ou uma construção analógica que permite materializar uma ideia ou um conceito, tornando-os assim diretamente assimiláveis.

A utilização das maquetes vem ao encontro à dramatização, com objetivo de envolver e deixar o estudante mais focado no tema em estudo.

Aproveitando o laboratório de radiologia que o colégio possui, a turma foi dividida em três grupos. O primeiro grupo ficou responsável por dramatizar a realização de exames de raios-X respeitando as normas de segurança (maneira correta de realizar o exame), utilizando os materiais que o laboratório possui, como coletes, óculos e o equipamento de raios-X. Claro que o equipamento de raios-X estava desativado, pois é utilizado apenas para treinamento. O segundo grupo ficou responsável por dramatizar a realização de exames de raios-X de maneira que não respeitassem as normas de segurança (maneira errada de atuar nessa área), outro grupo ficou responsável pela radioterapia. A seguir a descrição da atividade.

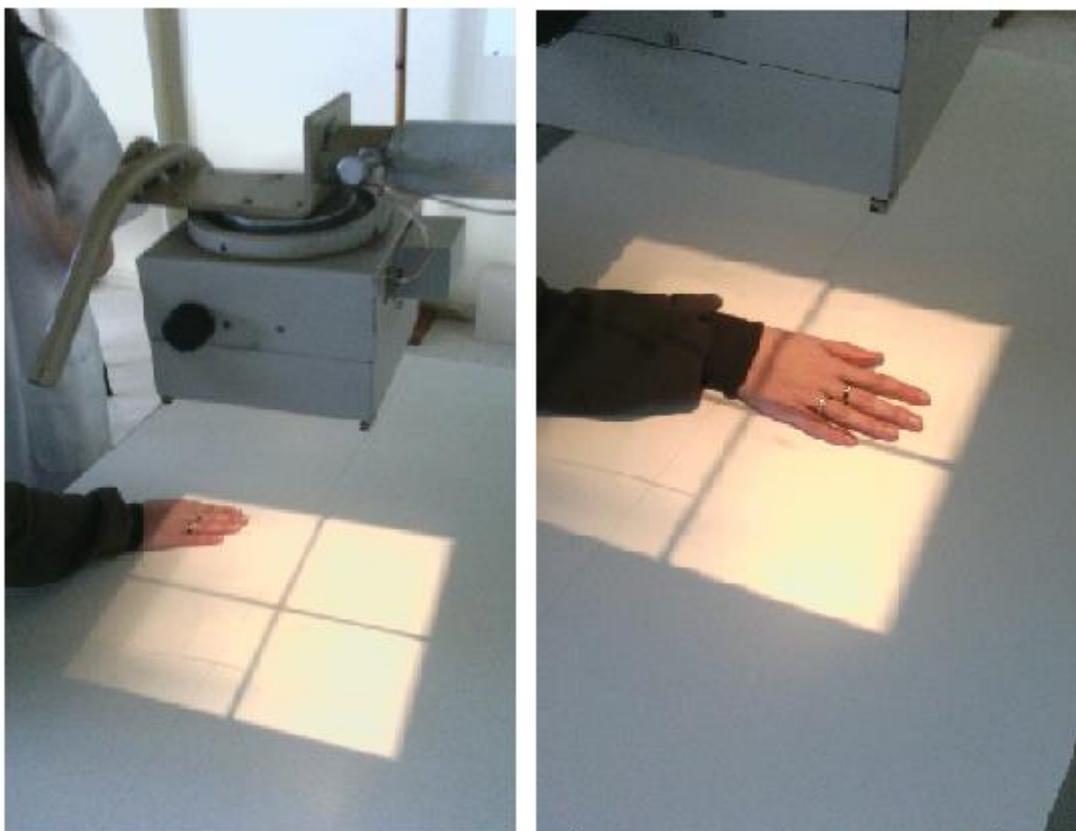
Figura 15: Representação de exame de raios-X do abdômen



Fonte: Autor

Na figura 15, do primeiro grupo, observa-se a representação de um exame de raios-X convencional, que é o equipamento que o colégio possui. Ao analisar a figura 15, vemos um paciente que precisa ser contido por um ajudante. Observamos que o ajudante está utilizando os materiais de proteção: colete e luvas. O ajudante deve ficar contendo o paciente, pois, na realização desse exame, ele não pode movimentar-se, logo, o auxílio de alguém é necessário. Ao conseguir posicionar o paciente e centralizar o equipamento na região onde será feito exame, o técnico retira-se para acionar a máquina.

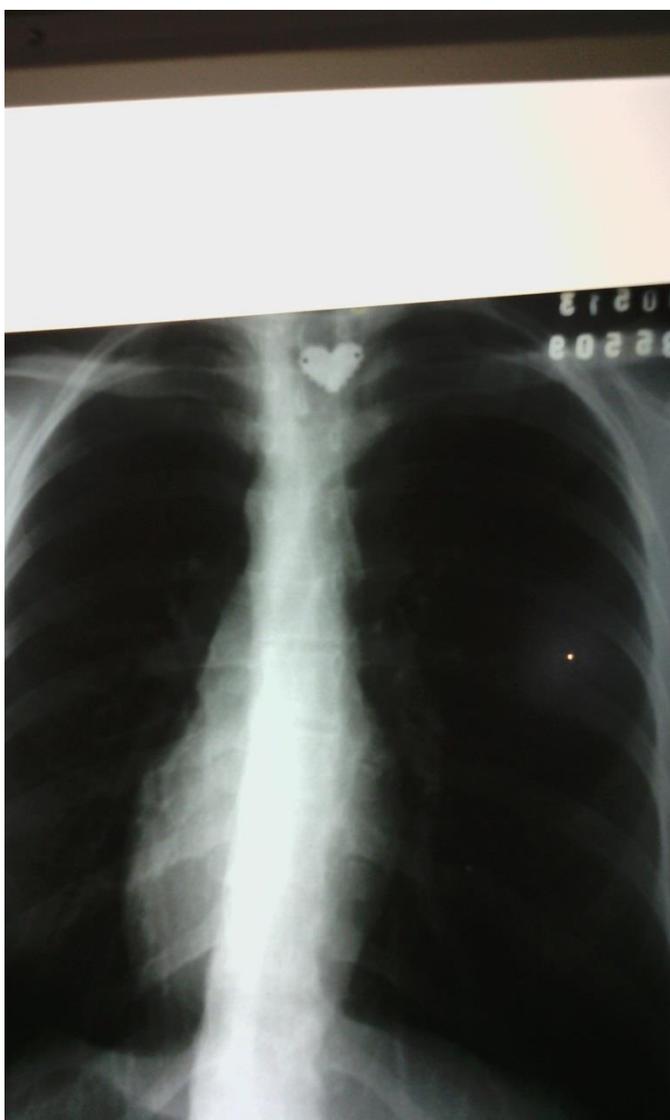
Figura 16: Representação do exame de raios-X da mão de forma incorreta



Fonte: Autor

Na figura 16, observamos a realização do exame da mão de uma paciente. Na imagem, percebe-se que a paciente está com anéis nos dedos. De fato, a representação desse exame é totalmente incorreta, pois nota-se que a paciente possui adereços metálicos. Todas as joias e objetos metálicos que possam interferir na análise precisaram ser retirados. Além dos adereços, o posicionamento também está incorreto. A marcação, em forma de cruz, deve ficar centralizada na região onde será realizado o exame.

Figura 17: Representa a imagem de um exame do tórax, em que é possível notar o adereço metálico (em forma de coração)



Fonte: Autor

A figura 17 trata-se de uma imagem de arquivo que um dos estudantes do grupo trouxe. Nota-se que o técnico, ao realizar o exame, cometeu total imprudência. Vemos que, no procedimento, o paciente não foi orientado a retirar o colar e isso poderá interferir no momento do diagnóstico, pois o metal está obstruindo a análise dessa região.

O terceiro grupo ficou responsável pelo equipamento de radioterapia. Como o colégio não possui um laboratório para demonstrar esse tipo de exame, o grupo demonstrou o equipamento com a utilização de uma maquete, figura 18.

Figura 18: Maquete representando a sala e equipamento de radioterapia em funcionamento



Fonte: Autor

Nessa figura, observa-se a riqueza dos detalhes. Quando a porta, de aproximadamente duas toneladas, está fechada, significa que o equipamento está em funcionamento. Na mesa, onde o paciente é posicionado, aparece um brilho. O grupo utilizou essa representação para indicar que o equipamento está em funcionamento. O técnico fica manuseando e observando o paciente através da sala de comando, que fica logo na entrada da

sala. Nos armários, na entrada da sala, são guardados os equipamentos dos pacientes que precisam ficar imóveis, como, por exemplo, máscaras, que são moldadas conforme o as medidas de cada paciente. Na figura 19, está representado um erro.

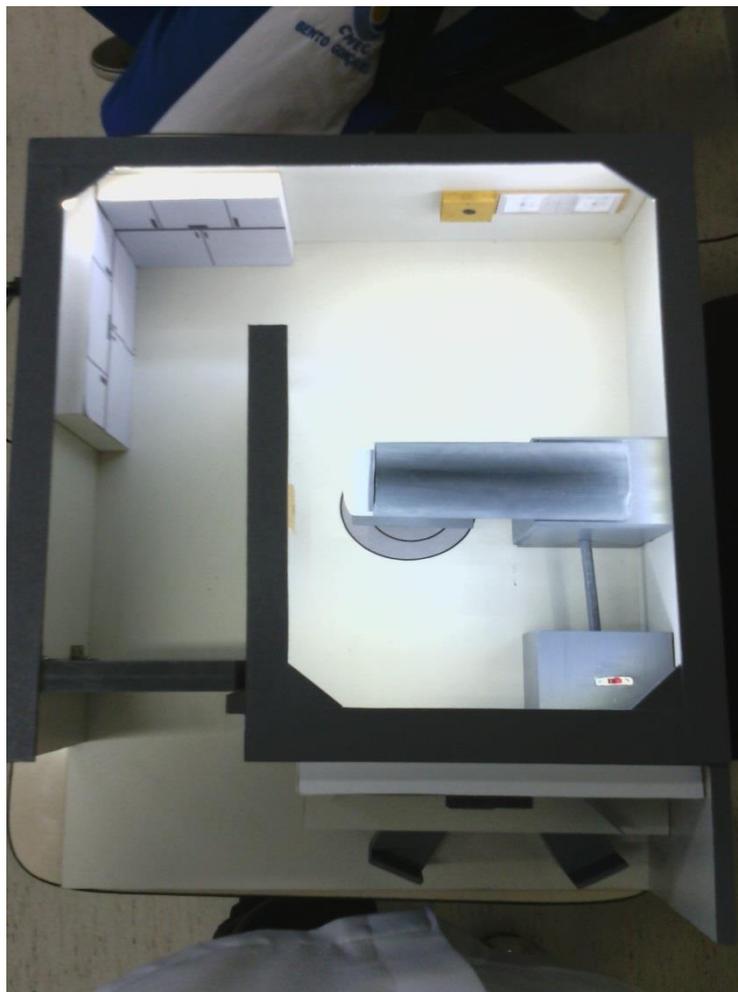
Figura 19: Maquete representando falha no equipamento. Indicando dispositivos de segurança



Fonte: Autor

Caso ocorra algum eventual problema e alguém estiver na sala, há dispositivos de segurança na cor vermelha. Na figura 19, mostra a porta da sala aberta e o brilho que representa o equipamento em funcionamento, isso demonstra o mau funcionamento. Quem estiver na sala deverá acionar esses dispositivos e o equipamento será desligado automaticamente, pois ele só estará em funcionamento quando a porta estiver fechada. Ainda observar-se onde ficam os técnicos quando estão manuseando o equipamento.

Figura 20: Maquete representando a sala somente iluminada



Fonte: Autor

A figura 20 mostra o equipamento desligado. Quando ele estiver desligado, as luzes da sala, que ficam ligadas, servem essencialmente para iluminar a sala. Percebemos que, nessa figura, o brilho que indica o equipamento em funcionamento está desligado. Mesmo com a porta fechada, ele fica desligado. Dessa forma, os funcionários podem realizar suas funções com tranquilidade, como por exemplo, a limpeza da sala.

Durante a dramatização e a construção da maquete, fica evidenciada a importância da visita técnica, pois os estudantes encontraram elementos úteis para o desenvolvimento da dramatização e para a construção da maquete.

Como já foi discutido anteriormente, segundo AUSUBEL (1980, 2000), a aprendizagem significativa parte do conhecimento que o estudante possui na sua estrutura

cognitiva, interagindo e reorganizando com as novas informações que foram adquiridas. Para a dramatização e a construção de maquetes, o estudante teve que se apropriar dos conhecimentos que já possuía e que foram se modificando durante os encontros. Tal processo também contou com a predisposição para aprender, pois, para a execução de ambas as atividades, além do material potencialmente significativo, foram desenvolvidas atividades como os questionários, os mapas conceituais, a visita técnica e a aplicação das UEPS, de acordo com o que os estudantes internalizaram. Dessa forma, foi possível observar indícios de que as atividades desenvolvidas causaram um desequilíbrio na estrutura cognitiva dos estudantes, pois, no início do trabalho, eles elencaram poucas informações e, no decorrer do processo de aprendizagem, essas informações foram sofrendo alterações. Essas alterações foram observadas durante a análise dos questionários, por exemplo, quando os estudantes mencionam o dosímetro como um meio de proteção e depois como um meio de medição da radiação, sendo que no primeiro encontro a turma nem o mencionou. Elas também podem ser percebidas no próprio crescimento de conexões dos mapas conceituais, onde fica evidenciado o enriquecimento das informações. No primeiro mapa, basicamente os estudantes conectaram a radiação com alfa, beta e gama. Já, no segundo mapa, percebe-se que essas poucas ramificações sofreram grandes alterações, fazendo referência também aos acidentes radioativos e ao detalhamento das suas aplicações na medicina. A opção por essas atividades foi para tentar satisfazer o princípio da reconciliação integrativa e a consolidação da aprendizagem significativa.

Pelos resultados obtidos constatou-se que a sequência metodológica aplicada foi bem sucedida em seu propósito, validando o produto proposto por esta dissertação.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dissertação proposta ao programa de pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, cujo objetivo principal é de propor uma sequência didática para preparar e orientar estudantes do ensino médio à visita técnica em setor de radiologia hospitalar como um recurso potencialmente significativo para o ensino de radiações ionizantes, apresentou resultados esperados, sobretudo as evidências da aprendizagem significativa.

O conhecimento vai sendo construído a partir de uma reorganização constante na estrutura cognitiva do indivíduo, a partir da conexão entre o conhecimento já existente, os subsunçores, e os novos adquiridos. Estes, à medida que servem de alicerce para a nova conexão de significados às novas informações, também vão se modificando e se tornando aos poucos mais estáveis e diferenciados. Dessa maneira, as novas conexões vão se formando e interagindo entre si, indícios observados desde o início do trabalho quando os estudantes somente comentaram alguns aspectos sobre radiação, como alguns acidentes radioativos e algumas doenças. Com os questionários e a construção dos mapas, percebeu-se algum crescimento, pois as informações observadas foram um pouco mais detalhadas, comparadas com as do primeiro encontro. Após a visita, observaram-se, sensivelmente, informações e conexões mais detalhadas. Esse detalhamento de informações, percebe-se nos mapas conceituais do estudante 1, onde as conexões da palavra radiação remete somente a alfa, a beta e a gama e, em seguida, o estudante descreve as mesmas palavras. Já, no segundo mapa, fica evidenciado o aumento significativo das conexões, onde o estudante troca a palavra radiação, por radiação ionizante. E a partir da radiação ionizante, o estudante também conecta as palavras alfa, beta e gama; mas, além delas, surgem outras ligações, tais como, acidentes, aplicações na Medicina e o detalhamento dessas aplicações e etc. Antes, não foi possível detectar fortes indícios de aplicações das RI, bem como, alguns termos mais técnicos utilizados como, por exemplo, ionizar átomos e moléculas; após esse processo, percebeu-se que as informações antigas sofreram enriquecimento e modificaram-se, adquirindo novos significados e se diferenciando progressivamente. Essa nova reorganização refere-se à reconciliação integrativa.

Observa-se também o próprio depoimento dos estudantes quando questionados sobre o motivo de tanta curiosidade em conhecer o setor, já que alguns o conheciam previamente,

na realização de algum exame ao longo da vida. Os estudantes, que já conheciam, disseram (resumo das manifestações): “*Agora estamos entrando no setor e olhando com outros olhos, pois temos mais informações e agora não somos pacientes*”. Aqui, fica evidenciado que a interação da antiga informação com a nova, sofreu alteração. Com isso, surge uma nova reorganização na estrutura cognitiva do estudante que, segundo MOREIRA (2012), refere-se à reconciliação integrativa, mostrando indícios que houve AS.

De fato, as visitas técnicas refletiram nas atividades desenvolvidas pelos estudantes da turma. Antes da visita ficava difícil, somente através de documentários e imagens, mostrar para o estudante como é aplicada a RI e que conhecimento as pessoas que trabalham nessa área devem adquirir. A motivação e o deslumbramento dos estudantes, ao entrarem na sala de radioterapia, ficaram evidenciados por alguns comentários, tais como:

- (1) “*Cara, olha o tamanho dessa porta, nem se compara aquelas do setor de RX*”;
- (2) “*Nossa, professor, que máquina gigante*”;

Com base nas manifestações e nas apresentações, percebeu-se a seriedade que os estudantes demonstraram durante o processo. De fato, a motivação também é um forte indício de aprendizagem, pois, como destacado em (CHAVES, 2005, p.83), para AUSUBEL, “a motivação do estudante é a própria aprendizagem”. A reprodução dos exames, a maneira correta de conter um paciente, os meios de proteção utilizados e os possíveis erros que podem surgir pela falta de qualificação do funcionário foram situações que foram discutidas e observadas durante as visitas técnica. Outro indício da importância da visita técnica ficou evidenciado na construção da maquete, onde se observa a riqueza nos detalhes.

O aprimoramento das informações durante as oito aulas, ficou evidenciado nos indícios descritos durante à análise dos questionários e mapas conceituais, nos comentários dos estudantes, nas apresentações e na construção da maquete. As informações iniciais detectadas que foram sofrendo modificações, e estas, à medida que servem de alicerce para a nova conexão de significados às novas informações, também vão se modificando e se tornando aos poucos mais estáveis e diferenciados. Por isso, com base nessas análises, concluímos que a sequência didática de oito aulas, baseadas em UEPS, mostrou-se eficaz como produto didático eficaz capaz de proporcionar a ocorrência da aprendizagem significativa em radiações ionizantes. E espera-se que ele tenha sido colocado de forma

legível para possibilitar que outros profissionais da área da educação que tenham interesse em trabalhar as RI com seus estudantes possam aplicá-lo e até aprimorá-lo.

7. REFERÊNCIAS

AMPUDIA, R. Entenda o Acidente Nuclear em Fukushima, no Japão. (março 2011). Disponível em: <http://novaescola.org.br/ciencias/pratica-pedagogica/entenda-acidente-nuclear-japao-621879.shtml>. Acesso em: 15 mar. 2016.

ANDERSON, A. - Una introducción a la investigación cualitativa. **Revista Psiquiátrica Peruana**.6(1):103-12, 2000.

ANDERSON, D. et al. (2006). Understanding Teacher's Perspectives on Field Trips: Discovering Common Ground in Three Countries. *Curator*, 49 (3), 365-386.

ANPED SUL, IX. **Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul**. Interdisciplinaridade no Ambiente Escolar, (2012). Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/2414-7116-1-PB.pdf>. Acessado em: 23 ago. 2015.

AUSUBEL, D. P. et al. **Psicologia Educacional**. 2. ed, Rio de Janeiro: Interamericana, 1980

AUSUBEL, D. P. **Educational Psychology: A Cognitive View** (2ª Ed.). New York: Rinehart & Winston, 1978.

AUSUBEL, D.P., **The psychology of meaningful verbal learning**. New York, Grune and stratton. (1963).

AUSUBEL, D.P.; Novak, J.D.; Hanesian, J. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro, Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D.P. **The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view**. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, (2000).

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. 1. Ed., Lisboa PT, Plátano Edições Técnicas, 2003.

BAMBACE, D. **Vítimas de Chernobyl** (2011). Disponível em: <http://www.greenpeace.org/brasil/pt/Blog/vtimas-de-chernobyl/blog/33819/>. Acesso em: 18 ago. 2016.

BARROS, A. J. P & LEHFELD, N. A.de S. **Projeto de pesquisa: propostas metodológicas**. Petrópolis: Vozes, 1997.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. - Características da investigação qualitativa. In: **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto, Porto Editora, 1994. p.47-51

BRASIL, **Ministério da Educação e Cultura** – Secretaria de Educação Básica. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, 2002. PCN+. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2016.

BRASIL, **Ministério da Educação e Cultura** – Secretaria de Educação Básica. Orientações Curriculares para o Ensino Médio, 2006. Linguagens, Códigos e suas Tecnologias. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_01_internet.pdf. Acesso em: 20 mai. 2016.

BRASIL, **Ministério da Educação e Cultura** – Secretaria de Educação Básica. Orientações Curriculares para o Ensino Médio. A Contribuição da Física para um Novo Ensino Médio. Física na Escola, v. 4, n. 2, 2003. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol4/Num2/v4n2a09.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2016.

BRASIL, **Ministério da Educação e Cultura** – Secretaria de Educação Básica. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, PCN+ Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. 2009. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acessado em: 17 mai. 2016
(c)

CAMPOS, C. J. G. **Metodologia qualitativa e método clínico-qualitativo: um panorama geral de seus conceitos e fundamentos**. In: II SIPEQ Anais do II Seminário Internacional de Pesquisa e Estudos Qualitativos. mar. 2527: Bauru (SP), 2004. Disponível em <http://www.sepq.org.br/Isipeq/anais/pdf/poster1/05.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2016.

CANDAU, V. M. F. (org.). Construir Ecosistemas Educativos. Reinventar a Escola. In: **Reinventar a Escola**. 7. Ed. Petrópolis, RJ: Vozes, p. 11 a 16. 2010.

CARDOSO, E. M. **Apostila Educativa**. Rio de Janeiro, s.ed., 2003. Capa > v. 11, n. 2 (2012) > PATRÍCIO. Disponível em: <http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/3097/2218>. Acesso em: 03 mar. 2016.

CARRON, Wilson; GUIMARÃES, Osvaldo. **As Faces da Física**. Volume Único. 2. ed. São Paulo: Ed. Moderna, 2002

CHAVES, M. I. A. **Modelando matematicamente questões ambientais relacionadas com a água a propósito de ensino-aprendizagem de funções na 1ª. Série – Ensino Médio**. Dissertação de Mestrado, 2005. Disponível em: <http://www.eumed.net/rev/atlante/2015/10/ausubel.html>. Acesso em: 23 mar. 2016.

CNEN, Comissão Nacional de Energia Nuclear. **Apostila Educativa: Radiações Ionizantes e a Vida**. Disponível em: <http://www.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/educativo/radiacoes-ionizantes.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2016. (a)

CNEN, Comissão Nacional de Energia Nuclear. **Apostila Educativa: Radiações Ionizantes e a Vida**. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/tex/fis01001/aplica.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2016. (b) e (c)

COLLEY, H. et. al. Non-formal learning: mapping the conceptual terra in Aconsultation report. Leeds: **University of Leeds Lifelong Learning Institute**. (2002). Disponível em:

<http://www.infed.org/archives/e-texts/colley_informal_learning.htm>. Acesso em: 06 set. 2014.

CONNEPI, VII. **Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**. O papel da visita técnica na educação profissional: estudo de caso no Campus Araguatins do Instituto Federal do Tocantins. (2012). Disponível em: [file:///C:/Users/User/Downloads/3806-14344-1-PB%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/3806-14344-1-PB%20(2).pdf). Acesso em: 23 ago. 2015.

DESLANDES, S. F. Título do capítulo. In MINAYO, M. C.de S. (org). **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 1994. p. 31 – 50. (Coleção Sociais).

DUNN, N. **Maquetas de arquitetura: médios, tipos e aplicación**. Barcelona: Blume, 2010

FERRIERA, N. S. A. (2002). **As pesquisas denominadas “Estado da Arte”**. Educação & Sociedade. Ano XXIII, n 79, Agosto.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. Emissão alfa (α), **Brasil Escola**. Disponível em: <<http://brasilescola.uol.com.br/quimica/emissao-alfa.htm>>. Acesso em: 17 jun. 2016.

GANHÃO, M. **Número de mortos pós-Fukushima supera total de vítimas do acidente**. 2014. Disponível em: <http://expresso.sapo.pt/internacional/numero-de-mortos-pos-fukushima-supera-total-de-vitimas-do-acidente=f857037>. Acesso em: 28 abr. 2016.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GERHARDT, T. E., SILVEIRA, D. T. (org.). **Métodos de pesquisa**. Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS, Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIORDAN, A.; VECCHI, G. Do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos. 2º ed. Porto Alegre: **Artes médicas**, 1996.

GODOY, A. S. **Uma revisão histórica dos principais autores e obras que refletem esta metodologia de pesquisa em Ciências Sociais**, Revista de Administração de Empresas, v.35,

n. 2, p. 57-63, São Paulo, 1995. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rae/v35n2/a08v35n2.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2016.

GOHN, M. G. **Educação não formal e cultura política: impactos sobre o associativismo do terceiro setor**. São Paulo: Cortez, 2001.

GOHN, M. G. **Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas**. Ensaio: aval. pol.públ. Educ., Rio de Janeiro, v.14, n.50, p. 27-38. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1717-1.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2016.

INCA. Instituto Nacional do Câncer José Alencar Gomes da Silva. Disponível em: http://www.inca.gov.br/conteudo_view.asp?id=115. Acesso em: 20 jun. 2017.

JACOBUCCI, Daniela F. Carvalho. Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. **Revista Em Extensão**, Uberlândia, V. 7: 55-66, 2008. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/revextensao/article/view/20390/10860>. Acesso em: 24 jan. 2016.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. - **Fundamentos de metodologia científica**. 4.ed., São Paulo, Atlas, 2001. 288p.

LEONEL, A. A.; SOUZA, C. A. Nanociência e Nanotecnologia para o Ensino de Física Moderna e Contemporânea na perspectiva da Alfabetização Científica e Técnica. IN: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências**. Florianópolis, 2009.

LIBÂNEO, J. C. **Pedagogia e pedagogos pra quê?** 10 ed. São Paulo: Editora Cortez, 2008.

LIBANELO, J. C. Tendências pedagógicas na prática escolar. In: **Revista da Ande**, nº 6, 1982, PP. 11-9.

LIVINGSTONE, D. W. **Adult's informal learning: definition, findings, gaps and future research**. In: **New Approaches to Lifelong Learning**, 2001. Disponível em:

<http://www.oise.utoronto.ca/depts/sese/csew/nall/res/21adultsifnormallearning.htm>. Acesso em: 24 mar. 2015.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. - **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo, E.P.U., 1986. 99p.

MILLAR, R. et al. (1999). "Mapping the domain – varieties of practical work. In Leach, J. & Paulsen, A. (Eds). **Practical Work in Science Education**. Roskilde: University Press, 33-59.

MINAYO, Maria. C. S. Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social. In: MINAYO, Maria. C. S (Org.). Pesquisa social: teoria, método e criatividade. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001. p.09-29. Disponível em: http://www.lapeade.com.br/publicacoes/pesquisas/Projeto_Ressignificando.pdf. Acessado em: 20 dez. 2016

MORAES, G. Normas Regulamentadoras Comentadas - Volume 2 - 11a Edição 8ª. Editora e Livraria Virtual, 2014. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=THj1KD3dfksC&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 04 abr. 2016.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.

MOREIRA, M. A. **O Que é Afinal Aprendizagem Significativa?** <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueefinal.pdf>. (2012). Acessado em 25 mar. 2016.

MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.

MOREIRA, M.A. **A teoria de aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora da UnB, 2006. 185p.

MOREIRA, M.A., **Unidades de enseñanza potencialmente significativas - UEPS**, Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review - v1(2), pp.43-63,

2011. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf . Acesso em 15 out. 2015.

MORETO, V. P. **Construtivismo**: a produção do conhecimento em aula. 3. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

MORIN, E. **A Cabeça Feita**: repensar a forma, repensar o pensamento. 5ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

OKUNO, E. **Entenda os tipos de radiação e os efeitos que podem causar no homem**. Disponível em: <http://redeglobo.globo.com/globociencia/noticia/2012/06/entenda-os-tipos-de-radiacao-e-os-efeitos-que-podem-causar-no-homem.html>. Acesso em 20 fev. 2016.

OKUNO, E. Efeitos biológicos das radiações ionizantes. Acidente radiológico de Goiânia, Estud. av. vol.27 no.77 São Paulo 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142013000100014. Acesso em: 17 mar. 2016.

OKUNO, E. **Radiação**: efeitos, riscos e benefícios. São Paulo: Harbra, 1988.

OKUNO, E. et al. **Física para ciências biológicas e biomédicas**. São Paulo: Harbra, 1982.

OKUNO, E.; YOSHIMURA, E. M. **Física das radiações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

OKUNO, E. (2012). <http://redeglobo.globo.com/globociencia/noticia/2012/06/entenda-os-tipos-de-radiacao-e-os-efeitos-que-podem-causar-no-homem.html>. Acesso em: 23 mai. 2016.

OLIVEIRA, M. M. G. T. **As visitas de estudo e o ensino e a aprendizagem das ciências físico-químicas**: um estudo sobre concepções e práticas de professores e estudantes. 2008. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/8326>. Acesso em: 25 mai. 2015

PEREIRA, A. M. **A Física das Radiações em Sala de Aula: do projeto à prática.** 2014. Disponível em: http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2014_Alexandre_Pereira/materia_l_instrucional_Alexandre_Pereira.pdf. Acesso em: 17 abr. 2016.

PORTAL EDUCAÇÃO. **Radioterapia.** 2008. Disponível em: <http://www.portaleducacao.com.br/medicina/artigos/4236/radioterapia>. Acesso em: 19 abr. 2016.

RADIO. 2016. **Unidades.** Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/cref/radio/capitulo3.htm>. Acesso em: 03 mar. 2016.

RAD. **Noções Básicas de Radioterapia.** 2011. Disponível em: <http://www.spenzieri.com.br/wp-content/uploads/2011/11/T%C3%A9cnica-Radiol%C3%B3gica-No%C3%A7%C3%B5es-B%C3%A1sicas-de-Radioterapia-021.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2016.

REW, L.; BECHTEL, D.; SAPP, A. **Self-as-instrument in qualitative research.** Nursing Research, 42(5):300-1, 1993. Disponível em: <http://www.sepq.org.br/Isipeq/anais/pdf/poster1/05.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2015

RODRIGUES, O. S. **Políticas Públicas Educacionais de Espaços Não Formais de Educação,** Disponível em: <http://www.anapolis.go.gov.br/revistaanapolisdigital/wp-content/uploads/2013/03/Olira-Rodrigues.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2015

SALVI, K. **Radioatividade: como trabalhar o assunto em sala de aula.** 2011. Disponível em: <http://revistaescola.abril.com.br/ciencias/pratica-pedagogica/radioatividade-como-trabalhar-assunto-sala-aula-629269.shtml>. Acesso em: 19 abr. 2016.

SANTOS, G. Sobreira dos. **A reforma da educação profissional e o ensino médio integrado: tendências e riscos.** São Paulo, 2006. Disponível em <http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/3806/2732>. Acesso em: 17 mar. 2015.

SCARPATO, Marta. **Os procedimentos de ensino fazem a aula acontecer**. São Paulo: Avercamp, 2004.

SCHNEIDER, Vania Elisabete., GIMENEZ, Juliano Rodrigues., STEDILE, Nilva Lucia Rech. Aprendizagem ativa aplicada ao ensino de ecossistemas aquáticos em um curso de Engenharia Ambiental. In: **XXXVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE**. São Paulo, set., 2008. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2008/artigos/3483.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2014.

SEIFFERT, Saulo. **Contextualização do espaço não-formal educacionais**, 2011. Disponível em: <http://saulouseiffert-ciencia-tic-educacao.blogspot.com.br/2011/10/contextualizacao-do-espaco-nao-formal.html?view=timeslide>. Acesso em: 22 set. 2015.

SILVA, R. C. **Ensino de Radiações Ionizantes por meio de produção de vídeos por estudantes da 3ª Série do Ensino Médio**, 2012. Disponível em: http://www.ppec.ufms.br/Dissertacoes/Dissertacao_Ronaldo_Conceicao_Silva.pdf. Acesso em: 03 mar. 2016.

SILVA, Paula Andrea de Oliveira e. **Metodologias de ensino aplicadas aos cursos de Hotelaria, Turismo e Lazer**. In: SHIGUNOV NETO, Alexandre; MACIEL, LizeteShizuneBomura (Org.) Ensino superior em Hotelaria e Turismo: reflexões sobre docência e a pesquisa de qualidade. Ilhéus, Bahia: Editus, 2006.

SINECT. IV Simpósio Nacional de Ensino a Ciência e Tecnologia, 2014. **Sequência Didática: Radioatividade no Ensino de Química com enfoque CTS**. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/01409519848.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2016.

SOUSA, R. G. "Acidente de Chernobyl"; **Brasil Escola**. Disponível em <http://brasilecola.uol.com.br/historia/chernobyl-acidente-nuclear.htm>. Acesso em: 09 jun. 2016.

SOUZA, L. A. "Acidente com o Césio-137"; **Brasil Escola**. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/acidente-cesio137.htm>>. Acesso em: 09 jun. 2016.

SOUZA, W. B. **Física das Radiações**: uma proposta para o Ensino Médio. 2009. Disponível em: file:///C:/Users/User/Downloads/Wellington_Batista_de_Sousa.pdf. Acesso em: 03 mar. 2016

STEFFANI, M. H. Planetários brasileiros e CT&I para o desenvolvimento social. In: Parcerias Estratégicas / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. v. 16, n. 32. Brasília: **Centro de Gestão e Estudos Estratégicos**: Ministério de Ciência e Tecnologia. 2011.

TANJI, T. **Desastre nuclear na usina de Chernobyl completa 30 anos**. 2015. Disponível em: <http://revistagalileu.globo.com/Sociedade/noticia/2015/04/desastre-nuclear-na-usina-de-chernobyl-completa-29-anos.html>. Acesso em: 03 set. 2016.

TRIVIÑOS, A. N. S. - **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo, Atlas, 1987. 175p

UFRGS, **Espectroscopia**. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/tex/fis01043/20021/Paulo/Introducao.html>. Acesso em 15 jul. 2017

VELOSO, Marcelo Parreira. **Visita Técnica** – Uma investigação acadêmica (estudo e prática de Turismo) Goiania. Kelps, 2000. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:aVAYo8Ao5IwJ:propri.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/1335/2166+&cd=1&hl=ptBR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 06 set. 2014

VIEIRA, V.; BIANCONI, M.L. & DIAS, M. Espaços Não-Formais de Ensino e o Currículo de Ciências. **Ciência & Cultura**. v.57, n.4, Out/Dez. p.21-23. 20. 2005

VIGOTSKY, L. S. **Obras Escogidas**: Problemas de Psicologia Geral. Madrid: Rogar Fuenlabrada, 1982.

VIGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

VILLAS-BOAS, Valquiria et al. **Aprendizagem Ativa na Educação em Engenharia**. In: Simone Leal Schwertl; Adriano Peres; Paulo Roberto Brandt; Vanderlí Fava de Oliveira; Zacharias Chamberlain. (Org.). *Desafios da Educação em Engenharia: Vocação, Formação, Exercício Profissional, Experiências Metodológicas e Proposições*. 1a ed. Blumenau: EdiFURB, v. 1, p. 59-112, 2012

APÊNDICE A

PLANO DE AULA 1

PROFESSOR: Leomar De Bortoli

DISCIPLINA: Física

TURMA: 3º ano Ensino Médio

ANO: 2015

I. OBJETIVO GERAL:

Explicar e conceituar o que é radiação através de estratégias que levem os estudantes a diferenciarem radiações ionizantes de não ionizantes, bem como reconhecerem o que elas podem causar à saúde se utilizadas descontroladamente.

II. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Conceituar radiação;
- Diferenciar radiação ionizante de não ionizante;
- Conhecer os danos causados à saúde, ao ficar exposto à radiação ionizante;
- Conversar sobre alguns acidentes já ocorridos envolvendo a radiação e os motivos que os ocasionaram;
- Informar como será desenvolvido o estudo;
- Indicar referências bibliográficas para pesquisas sobre o tema radiações ionizantes e não ionizantes;

III. SITUAÇÃO PROBLEMA:

O que o estudante entende sobre radiação, ela pode matar ou salvar? Como algo que mata pode salvar vidas?

- Pode ser utilizada em aeroportos para ver se em alguma bagagem há alguma arma de fogo ou drogas;
- Em hospitais, quando alguém se machuca, para ver se o osso quebrou ou não é feito o exame raios X;
- Em acidentes radioativos em usinas nucleares;
- Em Bomba Atômica (fissão) e Bomba H (fusão).

IV. CONTEÚDOS CONCEITUAIS:

Radiação ionizante e não ionizante. Avaliação dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema, segundo a concepção de AUSUBEL para se trabalhar a aprendizagem significativa.

V. HABILIDADES:

Compreender o que é radiação, diferenciar radiação ionizante de não ionizante e suas aplicações.

VI. METODOLOGIA:

- Apresentação da definição de radiação ionizante e não ionizante; principais tipos e demais características que envolvem o tema, como radioisótopos, tempo de meia-vida, etc;
- Apresentação de *slides* que contenham imagens sobre acidentes radioativos, seres vivos contaminados; fontes radioativas; meios de proteção e a utilização em usinas nucleares, hospitais, clínicas, aeroportos e etc.;

- Conversação sobre o material visualizado e registro do conceito de radiação, bem como a diferenciação entre radiação ionizante e não ionizante;
- Conversação sobre como será a sequência do estudo;
- Indicação de fontes bibliográficas para leituras e pesquisa a ser entregue em 20 dias, seguindo as normas a serem combinadas com o professor.

Atividades desenvolvidas:

- Conversação e visualização de *slides* sobre radiação, radiação ionizante e não ionizante;
- Conversação sobre os mapas, questionários, construção de maquetes e dramatização.

PLANO DE AULA 2

PROFESSOR: Leomar De Bortoli

DISCIPLINA: Física

TURMA: 3º ano Ensino Médio

ANO: 2015

I. OBJETIVO GERAL:

Assistir a vídeos com documentários sobre acidentes radioativos e fazer análise verbal, comparar e associar às pesquisas feitas anteriormente.

II. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Assistir a documentários sobre os acidentes radioativos ocorridos em Chernobyl e em Goiânia;
- Analisar, comparar e associar verbalmente, ou através de anotações, os vídeos às pesquisas feitas anteriormente;

III. SITUAÇÃO PROBLEMA:

Como proceder num acidente radioativo?

- Evacuação imediata da área;
- Contratação pessoal qualificado para lidar com a radiação ionizante;
- Utilização de materiais de proteção adequados.

IV. CONTEÚDOS CONCEITUAIS:

Radiação ionizante; discussão sobre o tema abordado fazendo comparações e associações com os conhecimentos prévios do encontro anterior.

V. HABILIDADES:

Observar, comparar, associar e analisar os procedimentos que surgirão nos documentários para averiguação se foi correta ou não a forma de combate à radiação ionizante.

VI. METODOLOGIA:

- Apresentação de documentários sobre acidentes radioativos ocorridos em Chernobyl e Goiânia;
- Discussão e debate em mesa redonda sobre os procedimentos utilizados para o combate à radiação ionizante.

Atividades desenvolvidas:

- Visualização de vídeo e debates, aproximadamente 2 períodos.

PLANO DE AULA 3

PROFESSOR: Leomar De Bortoli

DISCIPLINA: Física

ANO: 2015

I. OBJETIVO GERAL:

Avaliar os conhecimentos dos estudantes sobre radiação ionizante através da construção de um mapa conceitual e um questionário.

II. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Diferenciar radiação ionizante de não ionizante;
- Avaliar os conhecimentos construídos pelos estudantes até o momento, através do mapa conceitual e do questionário aplicado.

III. SITUAÇÃO PROBLEMA:

Como definir o que é radiação ionizante e seus danos causados através de mapa conceitual?

IV. CONTEÚDOS CONCEITUAIS:

Radiação ionizante e não ionizante.

V. HABILIDADES:

Diferenciar radiação ionizante de não ionizante; comparar, conceituar e registrar.

VI. METODOLOGIA:

- Cada estudante receberá uma folha solta para elaboração de um mapa conceitual sobre a radiação, com enfoque especial na radiação ionizante, e um questionário.

Atividades desenvolvidas:

- Elaboração de um mapa conceitual e aplicação de um questionário, aproximadamente 2 períodos.

PLANO DE AULA 4

PROFESSOR: Leomar De Bortoli

DISCIPLINA: Física

TURMA: 3º ano Ensino Médio

ANO: 2015

I. OBJETIVO GERAL:

Verificar se os estudantes estão conseguindo fazer conexões entre os conhecimentos adquiridos e os que previamente já possuíam sobre radiação ionizante e não ionizante.

II. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Apresentar oralmente o que foi elaborado no mapa conceitual para a turma.
- Comparar entre um mapa e outro se as conexões estão atendendo o tema, com ajuda do professor.

III. SITUAÇÃO PROBLEMA:

Identificar as radiações ionizantes e não ionizantes através de mapas conceituais.

IV. CONTEÚDOS CONCEITUAIS:

Radiação ionizante e não ionizante.

V. HABILIDADES:

Explicar, relatar, analisar e comparar.

VI. METODOLOGIA:

- Cada estudante apresentará o seu mapa conceitual para a turma e os demais farão a análise para averiguar se realmente todos os conceitos básicos foram contemplados em cada mapa.

Atividades desenvolvidas:

- Apresentação dos mapas conceituais e a análise dos mesmos.

PLANO DE AULA 5

PROFESSOR: Leomar De Bortoli

DISCIPLINA: Física

TURMA: 3º ano Ensino Médio

ANO: 2015

I. OBJETIVO GERAL:

Observar e fazer anotações sobre o funcionamento como um todo dos setores de raios X, ressonância magnética, tomografia e radioterapia dentro de um hospital.

II. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Observar e descrever a disposição dos equipamentos;
- Identificar os equipamentos de proteção;
- Observar descrever as normas de segurança;
- Observar e descrever a rotina em cada setor;
- Observar e descrever o tratamento entre técnicos/ grupo de enfermagem/ pacientes;
- Observar e descrever a vestimenta de cada hierarquia dentro dos setores;

III. SITUAÇÃO PROBLEMA:

Caso ocorra descuido com procedimentos de segurança durante a realização dos procedimentos que envolvam radiações ionizantes, o que pode vir a ocasionar ao paciente e aos funcionários dos setores?

- Contaminação aos funcionários e pacientes;
- Danificação dos equipamentos como durabilidade e eficiência.

IV. CONTEÚDOS CONCEITUAIS:

Radiação ionizante e não ionizante. Além desses, princípios e conceitos básicos que conduzem as teorias propostas por AUSUBEL, como a aprendizagem significativa.

V. HABILIDADES:

Identificar e relatar oralmente as normas de segurança, as condições para o bom funcionamento dos equipamentos e a realização dos exames, bem como a organização dos setores.

VI. METODOLOGIA:

Saída de estudos do colégio será na companhia do professor até o hospital. Ao chegarem à instituição hospitalar, os estudantes serão recebidos pelo responsável do setor ou o técnico designado pelo coordenador do hospital. Primeiramente, será feita uma breve apresentação da instituição, logo após, serão encaminhados ao setor de radiologia ou radioterapia. Uma vez que as visitas orientadas são realizadas quando a instituição está na sua rotina normal de funcionamento, para a realização de um bom trabalho, as visitas aos setores como o de radiologia e radioterapia devem ocorrer com um grupo de no máximo 15 pessoas. Se houver uma turma maior, a visita ocorrerá da seguinte forma:

- O primeiro grupo se deslocará ao setor de radiologia, começando pelas salas de raios X, tomografia, ressonância magnética, mamografia;
- O segundo grupo se deslocará ao setor de radioterapia, acompanhados pelo responsável do setor.

Quando os grupos finalizarem as visitas aos setores designados, serão encaminhados ao setor que ainda não visitaram. Dessa forma, ocorre uma melhor circulação de funcionários, pacientes e estudantes que estão acompanhando a visita. Durante a visita, os estudantes terão a oportunidade de observar a estrutura física da instituição hospitalar, receberão a informação sobre em média quantos exames são realizados por dia e sobre as regiões de onde a instituição

recebe pacientes. Nesse momento, os estudantes tem a liberdade de questionar o professor ou o responsável técnico que os acompanham, sobre qualquer fato ou dúvida que possivelmente venham ter.

Atividades desenvolvidas:

- Visita técnica aos setores de raios x, ressonância magnética, tomografia e radioterapia de um hospital.

PLANO DE AULA 6

PROFESSOR: Leomar De Bortoli

DISCIPLINA: Física

TURMA: 3º ano Ensino Médio

ANO: 2015

I. OBJETIVO GERAL:

Avaliar o nível de conhecimento adquirido pelos estudantes após a visita técnica.

II. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Avaliar o conhecimento adquirido após a visita técnica através da elaboração de um mapa conceitual e análise das respostas de outro questionário.

III. SITUAÇÃO PROBLEMA:

- Como especificar a rotina dos setores de raios x, ressonância magnética, tomografia e radioterapia através de mapa conceitual e identificar indícios de AS.

IV. CONTEÚDOS CONCEITUAIS:

Radiação ionizante e não ionizante.

V. HABILIDADES:

Compreender e relatar de forma escrita, o funcionamento dos setores de raios x, ressonância magnética, radioterapia e tomografia.

VI. METODOLOGIA:

Cada estudante receberá uma folha para a elaboração de um mapa conceitual, e outro questionário para a demonstração dos conhecimentos adquiridos após a visita técnica ao hospital;

Atividades desenvolvidas:

- Elaboração de um mapa conceitual;
- Aplicação de outro questionário.

PLANO DE AULA 7

PROFESSOR: Leomar De Bortoli

DISCIPLINA: Física

TURMA: 3º ano Ensino Médio

ANO: 2015

I. OBJETIVO GERAL:

Verificar se houve a concretização da aprendizagem significativa sobre radiações ionizantes.

II. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Explicar o mapa conceitual elaborado no encontro anterior;
- Fazer comparações entre os dois mapas elaborados através de registro escrito;
- Discutir sobre os questionários aplicados.

III. SITUAÇÃO PROBLEMA:

Houve compreensão, e aprimoramento do conhecimento com a utilização da visita técnica ao hospital, através do mapa conceitual e análise das respostas?

IV. CONTEÚDOS CONCEITUAIS:

Radiação ionizante e não ionizante.

V. HABILIDADES:

Compreender o que é radiação, diferenciar radiação ionizante de não ionizante e suas aplicações, elaborar mapas conceituais, relatar de forma oral e escrita às diversas vivências no decorrer dos encontros.

VI. METODOLOGIA:

- Seminário por meio de mesa redonda no qual cada estudante fará a apresentação e comparação dos mapas conceituais antes e após a visita técnica;
- No término da aula, será entregue um roteiro que deverá ser contemplado durante a dramatização para simular os ambientes hospitalares visitados, que ocorrerá no próximo encontro.

Roteiro para dramatização:

- Caracterizar os setores;
- Informar sobre as proteções dos setores, funcionários e pacientes;
- Verificar as condições de temperatura;
- Demonstrar sob quais condições é permitido manusear os equipamentos;
- Informar sobre manutenções periódicas ou defeitos inesperados, tais como, falta de energia elétrica; quebra de algum componente e etc., quem são os responsáveis e quais os procedimentos;
- Precisar o tempo de exposição dos pacientes e técnicos. O quanto se torna prejudicial ou benéfico;
- Saber como agir com pacientes que possuem próteses (quais os procedimentos adotados);
- Reconhecer a diferença entre os setores;
- Identificar acidentes que podem acontecer na área que atua;
- Mostrar como ocorre a produção de raios-X;
- Apresentar os materiais de proteção para os funcionários, pacientes;
- Demonstrar a blindagem;
- Mostrar como se dá a humanização com os pacientes;

- Indicar nas salas; o descarte dos materiais;
- Representar os procedimentos feitos desde a chegada do paciente na instituição até a entrega do exame.

Atividades desenvolvidas:

- Apresentação através de seminário.

PLANO DE AULA 8

PROFESSOR: Leomar De Bortoli

DISCIPLINA: Física

TURMA: 3º ano Ensino Médio

ANO: 2015

I. OBJETIVO GERAL:

Verificar se houve a concretização da aprendizagem significativa sobre radiações ionizantes.

II. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Representar os setores de ressonância magnética, raios X e radioterapia através de uma dramatização e construção de maquete.

III. SITUAÇÃO PROBLEMA:

Houve o entendimento básico para a aplicação das radiações ionizantes e não ionizantes nos setores de raios X, ressonância magnética, radioterapia?

IV. CONTEÚDOS CONCEITUAIS:

Radiação ionizante e não ionizante.

V. HABILIDADES:

Identificar, compreender, diferenciar, interpretar e aplicar os conhecimentos adquiridos no decorrer dos encontros sobre radiação ionizante e não ionizante.

VI. METODOLOGIA:

Verificação através das apresentações de ambiente simulado se os estudantes conseguiram identificar as diversas faces dos setores, disposição dos equipamentos, formato das salas, vestimenta de enfermeiros, técnicos em radiologia, funcionários de outros setores; materiais de limpeza, humanização. Além disso, avaliar se os estudantes desenvolveram a capacidade de análise e julgamento crítico, de interpretar, coletar informações, de usufruir dos elementos que o meio está fornecendo.

Atividades desenvolvidas:

- Apresentação de uma dramatização;
- Entrega das maquetes.

FICHA TÉCNICA DA VISITA AO HOSPITAL

Estudante:

1. INTRODUÇÃO

Relatar de forma geral o que foi feito, deve-se informar o nome do local e o objetivo da visita.

2. OBJETIVO

Presenciar, conhecer, ou outro, local, equipamentos, e/ou outros.

3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Retirar da Literatura informações afins sobre a radiodiagnóstico e radioterapia. Princípios físicos de cada equipamento visto.

4. EQUIPAMENTO / MATERIAL UTILIZADO

O setor, sala ou laboratório de radiodiagnóstico e radioterapia do hospital é equipado com: descrever, em itens, os equipamentos ou acessórios.

5. CRONOGRAMA

Relatar da forma mais completa tudo que foi visto, executado, falado, etc

6. CONCLUSÃO

A visita técnica ao hospital, serviu bem ao seu propósito? Destacou-se algum tema, fato ou peculiaridade? As informações e dúvidas foram esclarecidas?

7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Fonte de pesquisa.

APÊNDICE B

Figura 21: Respostas do primeiro questionário aplicado antes da visita

1- Conhecer o espaço
2- Do setor de Radiologia, começa por exames feitos e Radioterapia não começa
3- No setor de Radiologia encontra-se o técnico em radiologia e quando me refiro a equipe de enfermagem. Na Radioterapia, encontra-se o físico-médico bem como os técnicos em radiologia.
4- Responsável pelo setor, quem opera e manuseia o equipamento de Röntgen e posiciona o paciente
5- Utilizaria na medicina, mas caso algum acidente aconteça, seu controle é difícil.
6- Radiação gama
7- Tratamento de doenças tais como cânceres, etc.
8- Por meio dos contadores Geiger, ou utilizamos dos dosímetros
9- Não me recordo
10- Na radioterapia, desde a estrutura até o uso de dosímetros; Na Radiologia, uso de equipamentos de segurança tais como colares com placas de chumbo

Fonte: Autor

Figura 22: Respostas do segundo questionário aplicado após a visita técnica

1- É uma área limpa, porém já havia de ciclo de minha área previamente

2- Setor de Radioterapia, pela cuidado e atenção necessária para o controle do equipamento e pela estrutura em que o mesmo se encontra.

3- Não, pois durante a visita o equipamento encontra-se desligado

4- A diferença encontra-se, principalmente, na estrutura necessária para o uso, bem como o posicionamento do profissional com a máquina em operações

5- Dependendo do tempo em exposição e a quantidade de radiação, pode. Por exemplo, no exame de Pâncreas, a radiação é mínima bem como seu tempo. Em caso de acidente radiativo, a exposição a radiação é alta.

6- Não, pois não possuem próprios para o consumo

7- Plutônio e Rádio ~~em~~ emitem radiação

8- Não

9- Radiologia utiliza-se o colete, protetores, luvas e óculos; Já Radioterapia não existe necessidade de um colete, pois atuam do lado de fora de onde se encontra a máquina

10- Radiação Alfa, Beta e Gama, tendo a Alfa com menor intensidade e a Gama com maior

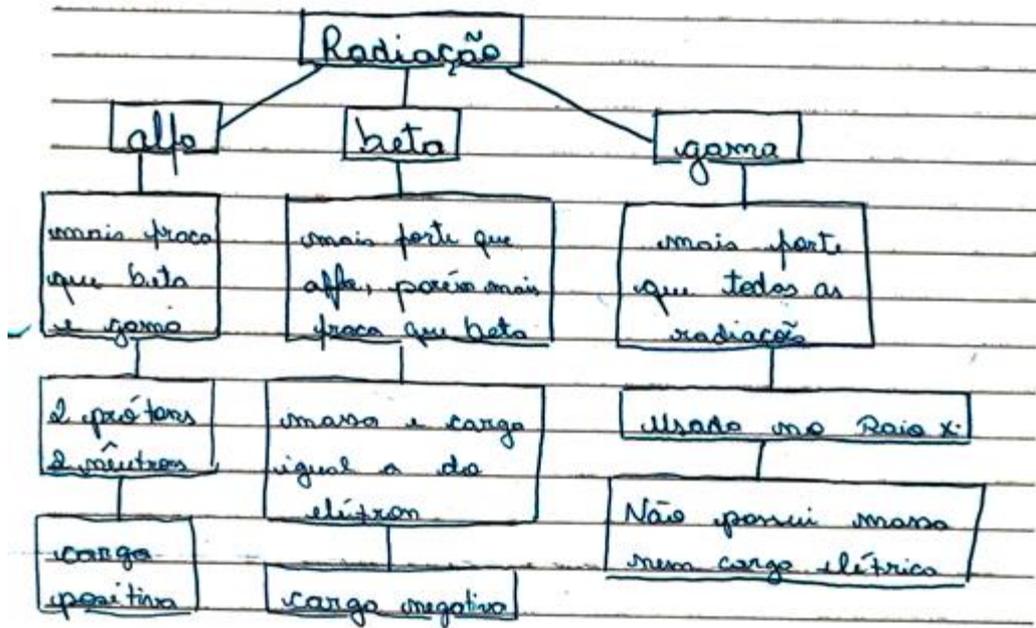
11- Radiação Gama

12- Pode ser medida com o Contador Geiger

13- Tempo de atividade de um material radiativo

APÊNDICE C

Figura 23: Primeiro mapa conceitual solicitado ao estudante 2, após a visita técnica

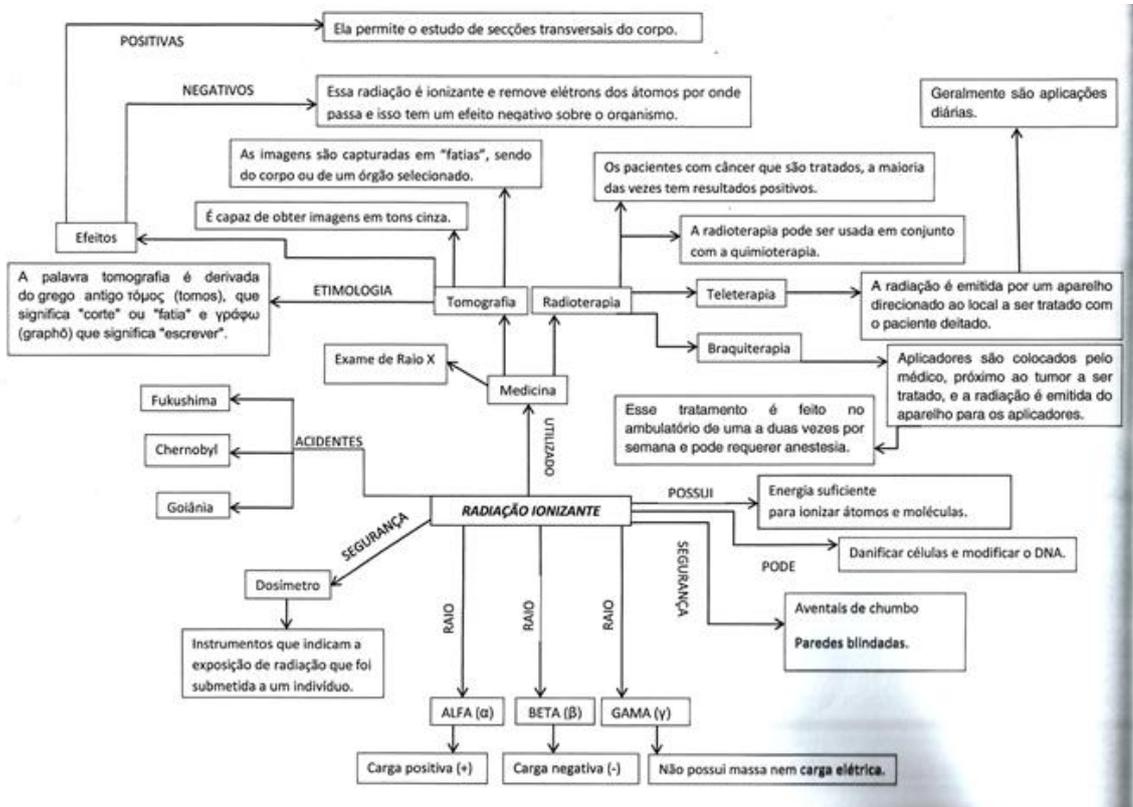


Existem 3 tipos de radiação: alfa (α), beta (β) e gama (γ).

A radiação alfa contém 2 prótons e 2 nêutrons, a carga dessa radiação é positiva, ao contrário da radiação beta, que por sua vez tem carga negativa, e possui a mesma massa e a carga igual a do elétron. E por fim a radiação gama, que é usada como Raio X, essa radiação não é positiva, nem negativa, e também não possui massa.

A radiação gama é mais forte que as outras radiações, sendo assim, pode atravessar qualquer coisa. A radiação beta, fica na metade, quando o quesito é intensidade, mais forte que alfa, e mais fraca que gama, essa radiação, pode penetrar até 2 cm no corpo humano.

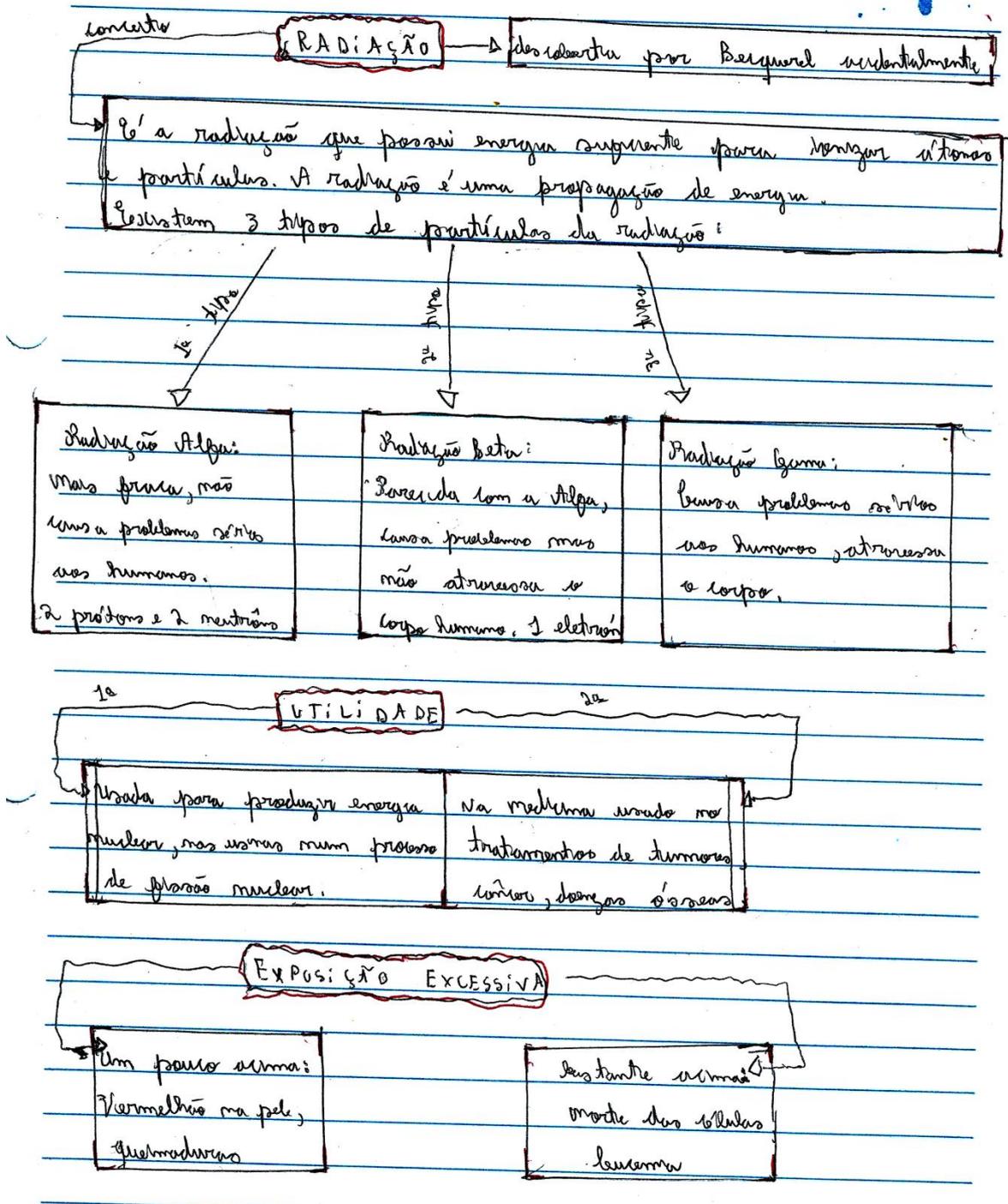
Figura 24: Segundo mapa conceitual solicitado ao estudante 2, após a visita técnica



Fonte: Autor

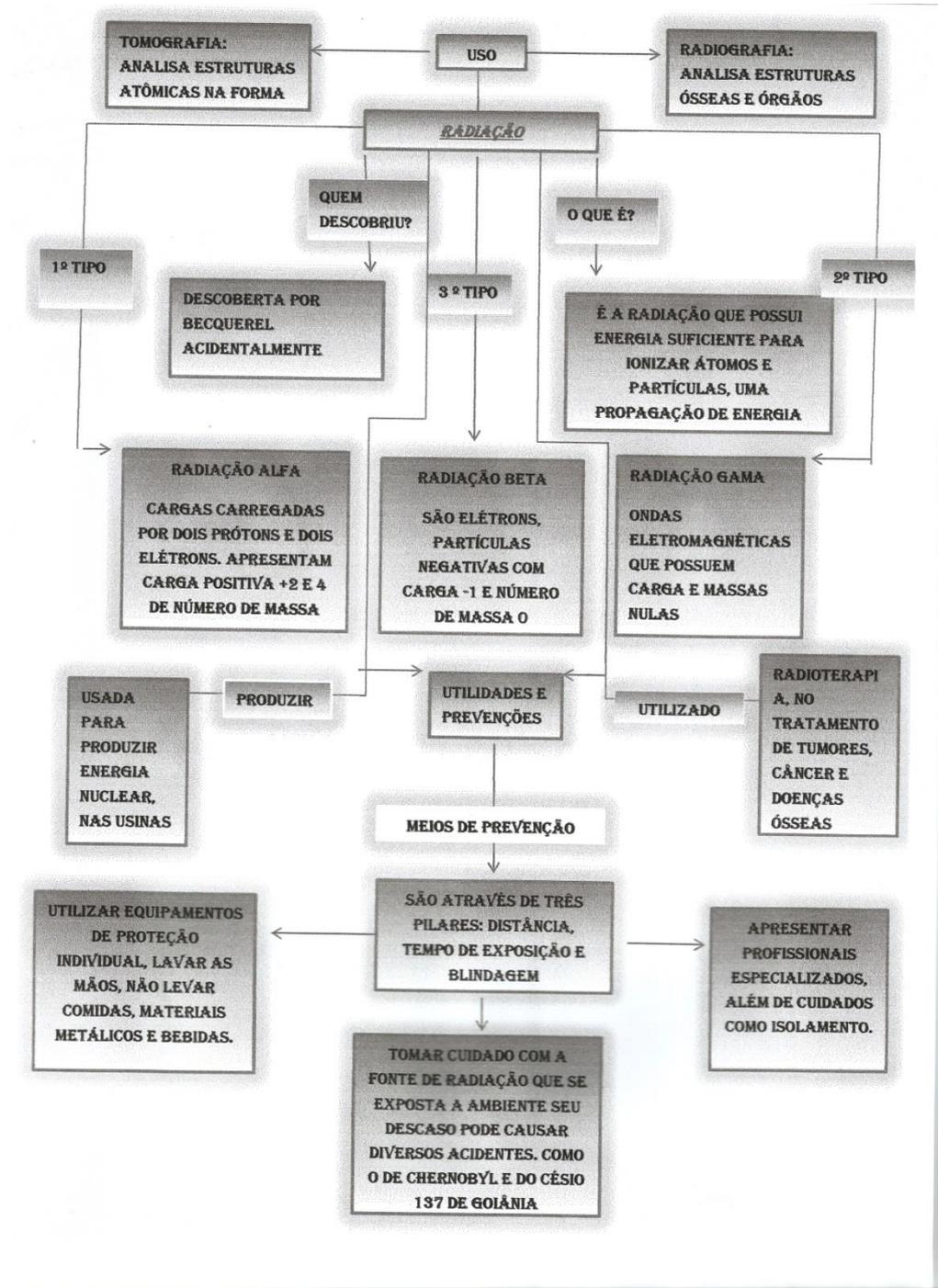
APÊNDICE D

Figura 25: Primeiro mapa conceitual solicitado ao estudante 3, antes da visita técnica



Fonte: Autor

Figura 26: Segundo mapa conceitual solicitado ao estudante 3, após a visita técnica



Fonte: Autor