

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



## **RADIAÇÕES IONIZANTES E RADIAÇÕES NÃO IONIZANTES NO ENSINO MÉDIO**

Graciela Sasso Fiuza

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de mestre apresentada ao Programa de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF).

Orientadora:  
Aline Guerra Dytz

Rio Grande, RS  
Janeiro, 2016

# RADIAÇÕES IONIZANTES E RADIAÇÕES NÃO IONIZANTES NO ENSINO MÉDIO

Graciela Sasso Fiuza

Orientador:  
Aline Guerra Dytz

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Aprovada por:

---

Dra. Berenice Vahl Vaniel - FURG

---

Dr. Luiz Fernando Mackedanz - FURG

---

Dr. Milton Antônio Auth - UFU

Rio Grande, RS  
Janeiro, 2016

Ficha catalográfica

F565r Fiuza, Graciela Sasso.  
Radiações ionizantes e radiações não ionizantes no ensino  
médio / Graciela Sasso Fiuza. – 2016.  
105 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande –  
FURG, Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, Rio  
Grande/RS, 2016.

Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Aline Guerra Dytz.

1. Ensino de Física 2. Ensino politécnico 3. Radiações  
4. Ensino médio I. Dytz, Aline Guerra II. Título.

CDU 53:37

Não sou a areia  
onde se desenha um par de asas  
ou grades diante de uma janela  
Não sou apenas a pedra que rola  
nas marés do mundo,  
em cada praia renascendo outra.  
Sou a orelha encostada na concha  
da vida, sou construção e desmoronamento,  
servo e senhor, e sou  
mistério.  
A quatro mãos escrevemos o roteiro  
para o palco de meu tempo:  
o meu destino e eu.  
Nem sempre estamos afinados,  
nem sempre nos levamos  
a sério.

Lya Luft

Dedico esta dissertação a todos aqueles que de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram para a construção e realização dela.

## **Agradecimentos**

A Deus por permitir realizar este trabalho.

Ao meu marido, amigo, companheiro e revisor, Diego Pascoal Golle, que foi meu maior incentivador, desde a inscrição até a entrega e apresentação deste trabalho, e, que nunca deixou de acreditar na minha capacidade me apoiando em todos os momentos. Tu és um exemplo, não existem palavras capazes de agradecer todo o carinho, compreensão e auxílio. Amo-te.

Aos meus filhos Augusto e Ágatha, que me fazem acreditar que o processo de aprendizagem é contínuo e que deve ser feito com muito carinho. Desculpem a ausência física. Amo vocês.

A Jussara Sasso que se fez tão presente quando precisei e que foi muito mais que tia, foi mãe e avó.

A minha irmã Giovana Sasso Fiuza, ao meu cunhado Leandro Queiroz da Cunha pela torcida.

Aos meus sobrinhos Rafaela, Isadora, André e Gabriela, a curiosidade através das perguntas e colocações de vocês foi importante para rever meu caminho como docente.

Aos meus sogros, Ruy e Inês e aos meus cunhados Andrea e Beto, obrigada pela amizade.

Ao Robusto, meu cão, que se sentou ao meu lado a cada linha escrita neste material.

A minha orientadora Aline Guerra Dytz, por seu incentivo e profissionalismo, você foi fundamental para este trabalho.

A Universidade Federal do Rio Grande (FURG) pela oportunidade de realizar este mestrado, aos professores e colegas do Mestrado, um muito obrigado pela aprendizagem e convivência.

A CAPES, pela bolsa concedida, o apoio financeiro foi fundamental para a realização deste projeto.

Aos professores Berenice, Luiz Fernando, Milton e Valmir componentes desta banca, muito obrigada.

A minha amiga e colega Valéria Bonetti Jerzewski por todo o companheirismo nas viagens, almoços, sanduiches e trabalhos, você foi um exemplo de dedicação e empenho, obrigada também por ter me auxiliado nesta caminhada.

Ao colega, Victor Bexiga, por todas as conversas, pela aprendizagem, nunca esquecerei as apresentações práticas, o foguete de água em especial.

Aos colegas Marco e Júlio por auxiliar na logística das caronas até o bar do Beto.

A colega Vera Rubira e seu esposo Sérgio, sempre ajudando com um sorriso no rosto, foram inúmeras as vezes que fico emocionada com o carinho de vocês.

À direção, professores e aos alunos da Escola Estadual de Ensino Médio Dr. Hildebrando Westphalen, por colaborarem com o meu trabalho.

Aos meus professores, colegas e alunos de escola e faculdade que tiveram um papel fundamental nas minhas escolhas.

À minha mãe, Iara Beatriz Sasso Fiuza, e minha vó Gerda Knebel Sasso, que fizeram tantos sacrifícios e abdicaram de tanta coisa para dar a suas filhas e netas a melhor educação possível e que se fazem presente em lembranças.

Obrigada a todos.

## RESUMO

### RADIAÇÕES IONIZANTES E RADIAÇÕES NÃO IONIZANTES NO ENSINO MÉDIO

Graciela Sasso Fiuza

Orientadora:  
Aline Guerra Dytz

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

A importância de reformular os métodos de ensino e aprendizagem, a necessidade de estabelecer um ensino de qualidade em que os estudantes deixem de ser passivos e se tornem pessoas observadoras e críticas faz-se considerar que uma alternativa é a interligação dos conteúdos com o cotidiano e a utilização dos conceitos prévios dessas pessoas. Este trabalho vem como uma proposta alternativa para trabalhar radiações ionizantes e não ionizantes de uma maneira a relacionar fatos do cotidiano com os conteúdos trabalhados em sala de aula através de unidades temática, que será entregue em forma de texto. Este trabalho seguirá uma sequência de dez momentos que articulam a organização do ensino e da aprendizagem. Pensou-se em explorar através de análise prévia, com um questionário, sobre o que os alunos do terceiro ano do ensino médio conheciam sobre radiações ionizantes e não ionizantes e quais os aspectos positivos e negativos eles conseguiam relacionar a este tema. Na sequência utilizaram-se como apresentação alguns textos retirados de revistas e internet sobre atualidades e que estavam relacionados com as radiações também foram trabalhadas aulas expositivas, com texto de apoio sobre os conceitos. Na assimilação foram trabalhadas a pesquisa, a organização e apresentação, pelos alunos, sobre assuntos que relacionados às radiações ionizantes, num primeiro momento foram pesquisados assuntos que relatavam aspectos negativos dessas radiações, os assuntos foram: Desastres nucleares mundiais, ênfase em Fukushima, Chernobyl, e Goiânia, no ano de 1987 e Bombas Nucleares, num segundo momento foram tratados os aspectos positivos das radiações ionizantes, foram utilizados os seguintes temas: aparelhos de raios x, esterilização e conservação de materiais através de radiações, tratamentos radiológicos e datação por carbono 14. Pessoas da comunidade falaram sobre temas relacionados a radiações, uma pessoa que trabalha com pacientes que realizam tratamento radiológico e uma física que trabalha com física médica. O trabalho terminou com um relatório realizado pelos alunos sobre as atividades realizadas durante o ano e novamente foi aplicado o questionário para verificar se houve aprendizagem. Como resultado pretendido haverá a elaboração de um material escrito que constará os textos trabalhados, as apresentações e os vídeos utilizados nas aulas que poderá ser utilizado por outros professores de física nas aulas de seminário da Área das Ciências da Natureza.

Palavras-chave: Ensino de Física, Ensino Politécnico, Aprendizagem Significativa.

Rio Grande  
Janeiro de 2016

## **ABSTRACT**

### **RADIATION IONIZING AND NON-IONIZING RADIATION IN HIGH SCHOOL**

Graciela Sasso Fiuza

Supervisor(s):  
Aline Guerra Dytz

Master's dissertation submitted to the Graduate Program in the Course of Professional Master of Physical Education (MNPEF) as part of the requirements for obtaining the Master's degree in Physical Education. The importance of reformulating the teaching and learning methods, the need for quality education in which students are no longer passive and become observant people and critics do consider that an alternative is the interconnection of content with daily life and the use of previous concepts of these people. This work comes as an alternative proposal to work ionizing and non-ionizing a way to relate daily facts with the contents worked in the classroom through thematic units, which will be delivered in text form. This work will follow a sequence of ten times that articulate the organization of teaching and is learning. thought on exploring through minimum prior analysis with a questionnaire on the students of the third year of high school knew about ionizing and non-ionizing and which positive and negative aspects they could relate to this topic. Following it is used to display some texts taken from magazines and internet on updates and were related to the radiation lectures were also worked, with supporting text on the concepts. Assimilation were worked research, organization and presentation by students on issues related to ionizing radiation, at first were surveyed subjects who reported negative aspects of these radiations, the issues were: global nuclear disasters, emphasis in Fukushima, Chernobyl, and Goiânia, in 1987 and nukes, second the positive aspects of ionizing radiation were treated the following subjects were used: x-ray apparatus, sterilization and storage of materials through radiation, radiological treatments and carbon-14 dating. People in the community have talked about issues related to radiation, a person who works with patients undergoing radiologic treatment and a physicist working with medical physics. The work terminoucom a report carried out by students on activities undertaken during the year and again the questionnaire was applied to check whether there was learning. As intended result will be the development of a written material which will include the worked texts, presentations and videos used in classes that can be used by other physics teachers in seminary classes Area of Natural Sciences.

Keywords: Physics Teaching, Further education, meaningful learning

Rio Grande, RS  
Janeiro, 2016

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

EJA	Educação de Jovens e Adultos
FURG	Universidade Federal do Rio Grande
GIPEC	Grupo Interdepartamental de Pesquisa sobre educação em ciências
IF UFRS	Instituto de Física- Universidade federal do Rio Grande do Sul
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
MEC	Ministério da educação e Cultura
MNPEF	Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
ONG	Organização Não Governamental
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
SEDUC-RS	Secretaria Estadual de Educação e Cultura do Rio Grande do Sul
UNIJUÍ	Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul

## Índice de Figuras

Figura 1: Tipos de radiações citadas pelos alunos pesquisados .....	18
Figura 2: comparação com número de respostas (série 1) com o número de entrevistados (série 2).....	19
Figura 3: Respostas marcadas pelos alunos (série 1) e número de alunos que responderam de forma correta a alternativa questão (série 2).....	20
Figura 4: Alunos, palestrantes e professores. ....	22
Figura 5: Palestrantes da Liga Feminina de Combate ao Câncer .....	23
Figura 6: Presidente da Liga Feminina de Combate ao Câncer de Cruz Alta e o Diretor da Escola fazendo a entrega simbólica dos alimentos arrecadados.....	23
Figura 7. Alimentos arrecadados em uma semana de campanha. ....	24
Figura 8. Entrega dos alimentos, pelos alunos da terceira série que coordenaram a arrecadação, para a Liga Feminina de Combate ao Câncer de Cruz Alta .....	24
Figura 9. Apresentação dos alunos da 3 <sup>a</sup> 1 .....	26
Figura 10. Apresentação dos alunos da 3 <sup>a</sup> 2 .....	27
Figura 11. Apresentação da turma 3 <sup>a</sup> 2.....	27
Figura 12: Explicação da Prof <sup>a</sup> . Dra. Aline Dytz.....	28
Figura 13: Alunos manipulando o contador Geiger .....	29
Figura 14: Alunos realizando a atividade proposta pela palestrante .....	29
Figura 15: Grupo que ganhou o desafio proposto pela palestrante. ....	29
Figura 16: Revista Mundo Estranho, Tragédias que abalaram o mundo, 2014, .....	56
Figura 17: Revista Mundo Estranho, Tragédias que marcaram o mundo, 2014, .....	57
Figura 18: Revista Mundo Estranho, Tragédias que mudaram o mundo, 2014, .....	59

# Sumário

<b>Índice de Figuras</b> .....	xii
<b>Sumário</b> .....	xiii
Capítulo 1 Uma breve experiência na docência: motivação pessoal.....	1
1.1 Considerações iniciais .....	1
1.2 Justificativa .....	5
Capítulo 2 Ensino Médio Politécnico, LDB, PCN : Uma visão aplicada no currículo de Física.....	7
2.1 Uma breve análise histórica da Lei de diretrizes e base – LDB e o Ensino Médio Politécnico.....	7
2.2 A interdisciplinaridade e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).....	9
2.3 A busca pela aprendizagem significativa .....	12
Capítulo 3 Unidade de aprendizagem: análise do produto .....	14
3.1 Metodologia.....	14
1.3 Análise do produto .....	15
3.3.1 <i>Instrumento 1. Questionário sobre radiações</i> .....	15
3.3.1.2 Questão 4 - Você sabe o que é radiação?.....	16
1.1.1 Instrumento 2: Análise da atividade – leitura de texto e oralidade .....	21
Capítulo 4 Considerações finais .....	30
Referências Bibliográficas.....	39
APÊNDICES .....	41
Apêndice 1A Sequência didática: Radiações ionizantes e não ionizantes, uma abordagem multidisciplinar nas aulas de seminário integrado de ciências da natureza.....	42
Apêndice 1B Aula 1 .....	47
Apêndice 1C Plano de aula 2: Por trás dos textos: Conseguimos ler tudo que está escrito?.....	54
Exames revelam que estátua de mil anos abriga corpo de monge .....	61
Endoscopia mostrou que órgãos vitais foram substituídos por papéis cobertos em escrita chinesa .....	61
Apêndice 1D Plano de aula 3: Aula introdutória sobre o espectro eletromagnético....	64
Apêndice 1E Plano de aula 4 - Muito além das radiações: Conversando com a Liga Feminina de Combate ao Câncer de Cruz Alta .....	66
Apêndice 1F Plano de aula 5 - Socializando novos conhecimentos e ações solidárias.68	
Apêndice G Plano de aula 6 - Usinas nucleares e vazamento radioativo: quando o homem subestima a radiação ionizante. ....	69
Apêndice 1H Plano de aula 7 – Revisando conceitos e histórico dos átomos e introduzindo o conceito e histórico da eletricidade. ....	70
Apêndice 1I Plano de aula 8 – Radiações ionizantes e não ionizantes, a visão de uma física médica. Palestra com a Professora Dra. Aline Guerra Dytz .....	71
Apêndice 1J Plano de aula 9 – Desmistificando a radiação ionizante: A vilã também pode ser mocinha .....	72
Apêndice 1 L Plano de aula 10 – Comparando resultados: Analisando o produto .....	73

# Capítulo 1

## Uma breve experiência na docência: motivação pessoal

### 1.1 Considerações iniciais

Para melhor elucidar as decisões que nortearam o caminho para o desenvolvimento desta dissertação, constitui-se fundamental realizar uma lembrança em minha trajetória pessoal e profissional. Há 11 anos sou Licenciada em Física pela UNIJUÍ (Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul). Ingressei no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, no polo 21, na cidade de Rio Grande, ofertado pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG) e há 13 anos sou professora da rede estadual do Rio Grande do Sul, atuo na cidade de Cruz Alta, minha terra natal.

Sempre tive muita afinidade com a Matemática, devido a minha avó materna que sabatinava os conhecimentos da tabuada antes do almoço e que sempre vislumbrava nos estudos uma oportunidade de se ter uma vida autônoma. Como ela tinha cursado somente até a segunda série do ensino fundamental, após uma desavença com uma colega, sua mãe achou melhor retirá-la da escola e empregá-la como doméstica, por este motivo, minha avó sempre estimulava os estudos de seus filhos e netos, principalmente a matemática, para que seus descendentes tivessem mais oportunidades que ela.

Penso que entre os fatores que conduziram minha trajetória profissional estão o fascínio por raios e a curiosidade de não entender por que os espelhos da minha casa eram cobertos quando iniciava a chuva com raios.

Auxiliava meus colegas em sala de aula, com os cálculos matemáticos, pois geralmente os terminava antes da maioria, essa prática também me estimulou a docência. Uma tia professora, que sempre tinha livros e desenhos bonitos para presentear a mim e a minha irmã, também foi importante nesta escolha.

Aos 14 anos tive a oportunidade de participar de um curso de eletricista para menores aprendizes, foram dois anos de atividades sobre instalação predial e industrial

que me apresentaram a parte prática da eletricidade, fato que estimulou ainda mais a vontade de entender mais sobre esse assunto.

Ao chegar à época do vestibular, estava entre duas opções: engenharia elétrica, em uma universidade pública ou licenciatura em física, em uma universidade particular. Realizei vestibular para as duas opções e fui aprovada na licenciatura, é relevante o fato de ter optado pela licenciatura, pois financeiramente era viável em relação ao custo de uma engenharia.

Muitos são os casos de professores que relatam a sua opção pela profissão devida às questões financeiras e as facilidades de ingressos nesses cursos, muitos são hoje, os incentivos que o Governo faz nesse sentido, mas felizmente, no meu caso gerou uma realização pessoal e profissional, pois a partir do segundo semestre já tive atividades nas escolas e neste momento descobri que era ali que me realizava.

Baseando em situações vivenciadas como bolsista do projeto Situação de Estudo (SE): ar atmosférico, realizado pelo Grupo Interdepartamental de Pesquisa sobre educação em ciências (GIPEC), e como voluntária da SE: Ser humano e ambiente [Auth 2007] e posteriormente como professora de ciências do 7º ano, percebe-se que um dos temas de interesse dos educandos é o corpo humano, pois existe conhecimento prévio e os educandos se reconhecem como parte do conteúdo.

Pensou-se em um tema que relacionasse física e o corpo humano para produzir um produto que além de atrativo fizesse uma reflexão sobre a aprendizagem dos alunos, por isso ele se baseia num questionário que foi aplicado no início e no final do projeto, no início para verificar quais os conceitos prévios dos educandos, refletir e discutir o que ensinar e de que forma, e no final do projeto para avaliar o grau de aprendizagem dos educandos.

Minha experiência de um ano como bolsista no GIPEC foi um momento marcante em minha trajetória profissional, pois neste grupo fiz minhas primeiras leituras sobre Edgar Morin e Lev Vygotsky. Neste momento também fui estimulada a participar de seminários, congressos e demais eventos, grupo que estimulou a escrita de resumos e participação em alguns trabalhos. O trabalho interdisciplinar e o convívio com outros acadêmicos da área das ciências da natureza me possibilitou um olhar mais crítico sobre a divisão das disciplinas, esta oportunidade é de grande valia para os acadêmicos.

Em 2004, com a conclusão do curso e com um contrato para dar aulas em uma escola estadual, parti com toda a ânsia de fazer a diferença na educação, trabalhar com projetos diferenciados, buscar outras formas de ensino além da tradicional. Infelizmente a escola que trabalhei neste ano seguia uma maneira muito tradicional e engessada, não permitindo aulas que não visassem uma boa nota no vestibular e por isso precisei me adaptar, engavetando a ideia de trabalhar com projetos.

Em 2007, fui aprovada em um concurso para trabalhar em uma escola municipal, de ensino fundamental, inicialmente a vaga era para matemática, mas acabei sendo direcionada para trabalhar com ciências, na 6<sup>a</sup>, 7<sup>a</sup> e 8<sup>a</sup> série, nesta escola tive a liberdade de poder trabalhar de forma a estimular os educandos a uma visão multidisciplinar, realizando algumas experiências e principalmente relacionando a “minha física” com os conteúdos estudados por eles. Foi um momento riquíssimo e infelizmente não registrado por mim. Mantive-me trabalhando simultaneamente na escola estadual.

Em 2010, por motivos pessoais, fui morar na cidade de Santa Maria, RS, onde lecionei em uma escola de Ensino Médio, que também trabalhava de forma a priorizar a aprendizagem focada no vestibular, neste momento, volto a estudar e começo a realizar o curso de bacharelado em física para tentar uma vaga no mestrado, nesta cidade, mas no início de 2011, retorno a Cruz Alta e acabo por adiar a tentativa de ingresso. Neste mesmo ano começo a trabalhar, a partir de agosto, na Escola Estadual de Ensino médio Dr. Hildebrando Westphalen, como professora de progressão, e também de duas turmas de 1<sup>a</sup> série.

No ano seguinte, retorno a esta escola, após minha licença gestante e dou continuidade ao trabalho do professor, que também segue a cartilha da visão da física como algo a ser decorado e reproduzido.

Em 2013, tendo a oportunidade de iniciar o ano, pude trabalhar com alguns temas atuais relacionados com a física, a supervisão e direção da escola foram favoráveis, desde que não me afastasse dos conteúdos previstos. Neste ano também realizei a inscrição no MNPEF e obtive aprovação, precisei me organizar em relação a horário e número de turmas, mas vislumbrei a oportunidade de melhorar meu trabalho e tornar para meus alunos a física mais atrativa, pois não adiantava continuar trabalhando

de maneira linear e continuar ouvindo as exclamações de: “para que serve a física” ou “quando vamos utilizar isso na vida”.

No final do semestre entrei em contato com a professora que auxiliava na escolha dos orientadores e expus o interesse em trabalhar com biofísica e fui direcionada a conversar com a professora Aline Guerra Dytz. O tema central “Radiações” partiu dessa conversa com ela, que apoiou e auxiliou na criação deste material.

A escolha pela profissão de professora é desafiadora, vivesse num momento em que os alunos exigem mais atenção. É necessário buscar novas alternativas para tornar as aulas mais atraentes. Os problemas financeiros que vem abatendo as escolas, e a sociedade também interferem na aprendizagem.

Minha dissertação fala sobre a aplicação as radiações ionizantes e não ionizantes, com enfoque nos riscos e benefícios. Um dos aspectos que mais chamam a atenção versa sobre os desastres e acidentes envolvendo as radiações e a realização de uma pesquisa sobre esse tema nos deixa temerosos acerca dos usos das radiações. Entretanto, quando analisamos os benefícios gerados por elas percebemos no cotidiano inúmeras utilizações, tais como ondas de rádio e TV, micro-ondas, calor, luz visível, ultravioleta, e raios x e gama, as primeiras de natureza não ionizante e as duas últimas ionizantes, percebemos o quanto podemos contextualizar os conteúdos de física para uma aprendizagem significativa de nossos alunos.

Radiações ionizantes e não ionizantes não estão explicitados como conteúdo da disciplina de Física, mas fazem parte do currículo do ensino médio quando se relaciona tecnologia e ciências, pois as aplicações de certas radiações estão no cotidiano das pessoas. Uma alternativa é trabalhar juntamente com o espectro eletromagnético, no terceiro ano do ensino médio. Ressalta-se a importância do tema que pode ser trabalhado de forma interdisciplinar, pois aspectos biológicos, químicos, políticos, históricos, filosóficos podem ser abordados. Neste caso, trabalhei de forma multidisciplinar, pois não foi possível o encontro dos professores da área da Ciências da Natureza da escola para elaborar o material.

A escola que foi aplicado este material é uma escola estadual do Rio Grande do Sul e por isso segue a base do Ensino Médio Politécnico, que para o terceiro ano do ensino médio tem dois períodos de aula semanais de Física e um período destinado a

trabalhar o Seminário Integrado da área das Ciências da Natureza, este período é destinado a trabalhar com os alunos de maneira a integrar conhecimentos e auxiliá-los a uma educação que auxilie no mundo do trabalho e da cidadania.

As turmas escolhidas foram os dois terceiros ano do turno da manhã, totalizando um grupo de 36 alunos, a maioria destes alunos fazem parte da escola desde as séries iniciais e são residentes dos bairros próximo a escola, na sua maioria tem em média 16 anos e estão cursando pela primeira vez esta série.

## **1.2 Justificativa**

Muitos motivos levaram a escolha do tema deste trabalho, alguns mais relevantes e outros que foram tomando corpo no decorrer do caminho. Um destes motivos foi a falta de interesse dos alunos na educação escolar, não só na disciplina de física, mas, em conversas com professores de outras áreas, estes também manifestam que não sabem mais o que fazer para atrair os educandos para as suas aulas.

Outro motivo foi o repensar metodológico e com isso buscar alternativas para uma aprendizagem significativa e de qualidade.

Os governos em âmbito federal e estadual buscam alternativas, nem sempre levando em conta as particularidades de cada região, de certa maneira engessando o currículo, e a realidade sócio financeira dos educandos.

Vivemos num mundo em que não somente a tecnologia é mais atraente que o quadro negro, mas os educandos não se sentem motivados em “decorar” fórmulas e conceitos, alguns poderiam dizer que inserir as tecnologias como aulas virtuais poderia ser a solução, mas se percebe que esta mudança tem que ser mais profunda do que somente mudar a escrita da “lousa negra” para uma “lousa digital, conforme Ritter et. al.” (2013)é necessário fazer uma reflexão sobre o custo e benefício dessas tecnologias”.

A intensão principal deste trabalho é construir um material que possa ser utilizado por outros professores, não só da disciplina de física, mas que outras disciplinas possam sentar e analisar a proposta e se inserir vê-se que não há limites, pois disciplinas como sociologia, filosofia, língua portuguesa, língua estrangeira são facilmente inseridas neste tema.

Outra preocupação levada em conta na aplicação do produto foi à interação social, segundo [Ritter 2013] a falta de solidariedade “coisifica” o outro, necessita-se de que a sociedade repense seu lado mercantilista, com isso a atividade 3, 4 e 5, busca inserir dentro das questões tecnológicas também as questões sociais.

Ainda, segundo Ritter [Ritter 2013] “... há uma redução das políticas públicas de bem-estar da sociedade, notadamente em setores prioritários para o desenvolvimento (educação, seguridade e saúde)”p 87, então cabe à escola lutar de todas as maneiras para através da educação realizar estes momentos de reflexão e auxiliar esta sociedade tão carente de seres preocupados em melhorar o ambiente em que vivem de maneira racional.

## Capítulo 2

### Ensino Médio Politécnico, LDB, PCN : Uma visão aplicada no currículo de Física

#### 2.1 Uma breve análise histórica da Lei de diretrizes e base – LDB e o Ensino Médio Politécnico

Há muito tempo vem se discutindo a desmotivação dos estudantes do ensino médio, o baixo rendimento escolar, o despreparo para as escolhas acadêmicas e profissionais. Percebe-se que a descontextualização e a fragmentação dos conteúdos, o avanço das tecnologias e a estagnação das escolas frente a essas novidades, o baixo investimento financeiro e de capacitação dos profissionais são alguns dos motivos apontados pelos alunos, professores e gestores. Numa tentativa de reverter esta problemática, desde 1996, o Governo Federal, através da Lei de Diretrizes e Base (LDB), vem tentando inserir mudanças na educação. O Governo Estadual do Rio Grande do Sul implantou, em 2012, o Ensino Médio Politécnico, segundo a página da Secretaria Estadual do Governo do Estado do Rio Grande do Sul:

A iniciativa tem entre seus objetivos propiciar o desenvolvimento dos alunos, assegurando-lhes a formação comum indispensável ao exercício pleno da cidadania e fornecer-lhes meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores; qualificar o estudante enquanto cidadão, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico e a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando teoria e prática, nas práticas pedagógicas. Além disso, pretende-se a redução da evasão e da repetência nesta modalidade de ensino e trazer para os bancos escolares cerca de 70 mil jovens que estão fora da escola.

O Ensino Médio Politécnico articula as disciplinas a partir das áreas do conhecimento (Ciências Humanas, Ciências da Natureza, Linguagens e Matemática e suas tecnologias).

No seminário Integrado os alunos desenvolvem atividades de pesquisa, colocando em prática os conhecimentos teóricos. A nova modalidade também busca preparar os jovens para a sua futura inserção no mundo do trabalho ou para a continuidade dos estudos no nível superior. O Ensino Médio Politécnico começou a ser implantado em 2012 para o 1º ano, em 2013 no 2º ano e em 2014 chegará ao 3º ano. [SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO RIO GRANDE DO SUL, 2015].

Medidas anteriores a estas já tinham sido planejadas pelo Governo Federal, realizando uma breve análise temporal pode-se refletir segundo o que Dorneles aponta:

Fazendo um recorte na legislação, partimos de 1942, quando na era Vargas a Reforma Capanema inicia a legitimação da separação entre pensar e fazer. Nesse período começa a urbanização acelerada do país e o esvaziamento do campo, pois a perspectiva de industrialização atrai para a cidade grande numero de trabalhadores. Institui-se pela reforma a escola onde estão os que

se preparam para prosseguir sua formação em cursos superiores na área das exatas ou das biológicas e que cursam o Curso Científico e ainda os que seguirão os estudos nas áreas das humanidades ou das sociais e então cursam o Clássico. Paralelo a esses cursos sem terminalidade profissionalizante estão instituídos os cursos pós-graduação que preparam diretamente para o trabalho. [Dorneles, 2015]

Ainda, conforme Dorneles:

No período da ditadura militar nova reforma de ensino acontece. É através da Lei nº 5.692/1971, Lei de Diretrizes e Bases – LDB- da Educação Brasileira que se instituem as Escolas Polivalentes, resultantes dos acordos MEC/USAID. É a educação com preparação para o trabalho literalmente imposta pelo ato ditatorial. O ensino tecnológico se dá em Escolas Polivalentes construídas com a finalidade de ser espaço de preparação para o trabalho em concomitância com a formação correspondente ao ensino médio. [Dorneles, 2015]

Até o ano de 1971 o ensino não era obrigatório, reforçando a educação para a classe elitista, foi no governo militar que foi instituído através da Lei nº 5692/71, o ensino obrigatório de oito anos, hoje Ensino Primário.<sup>1</sup>

Em 1988, com a aprovação da nova Constituição pode se pensar em discutir novos caminhos para a educação, mantendo ideias mecanicistas<sup>2</sup>, e ao mesmo tempo fazendo uma separação entre o educando protagonista de sua educação e o educando preparado para o trabalho. Essas mudanças vão tomar forma em 1996, através da LDB 9394/96, que trás propostas de melhorar a educação básica no Brasil.

O Rio Grande do Sul foi um dos primeiros a alterar seu currículo introduzindo o Ensino Médio Politécnico, a partir de 2012, na primeira série do ensino médio, no ano de 2013, também no segundo ano do ensino médio e em 2014 em todas as séries do ensino médio. Esta proposta, inicialmente, obteve uma rejeição por parte de alguns professores, principalmente por ter sido implantada pela Secretária Estadual de Educação e Cultura do Rio Grande do Sul (SEDUC-RS) sem discussão com a comunidade escolar e os professores .

Com a modificação do Ensino Médio para Ensino Médio Politécnico houve o acréscimo de mais um turno para a inclusão dos quatro períodos semanais de Seminário Integrado , isso gerou a redução de carga horária em algumas disciplinas e a modificação das avaliações. Estas não mais por disciplinas, mas por áreas de conhecimento. Estas áreas são: matemática, ciências da natureza (biologia, física e

---

<sup>1</sup> Ou primeiro grau, hoje nominado de ensino fundamental.

<sup>2</sup> *Mecanicismo – doutrina segundo a qual os fatos se explicam completamente pela ação de fatores determinantes de natureza mecânica, ou seja, ações repetitivas sem necessidade de análise.*

química), linguagens (língua portuguesa, língua inglesa, língua espanhola, educação física, artes e literatura) e ciências humanas (filosofia, geografia, história e sociologia).

Cada escola adequou o ensino médio politécnico a sua realidade para organizar suas avaliações e seu currículo, sempre norteados pelos PCNs.

Na escola onde foi aplicado o produto, na terceira série há um período (50 minutos semanais) para cada área de conhecimento e dois períodos de seminário integrado. Na área de Ciências da Natureza este período é destinado para a disciplina de física, período que foi utilizado para aplicação do produto em questão.

Em relação à proposta de produto, os PCNs corroboram com a contextualização dos conteúdos, pois está embasado na interdisciplinaridade e contextualização. A ideia de contextualização entrou em pauta a partir da LDB nº9394/96, que acredita que a compreensão se dá na aplicação do cotidiano. A contextualização requer a intervenção do aluno no processo de aprendizagem, fazendo as conexões entre o aprendizado na escola e situações de seu cotidiano.

## **2.2 A interdisciplinaridade e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN)**

Assim como na indústria que se fragmentou em setores cada vez mais restritos, no ensino, em um determinado momento essa fragmentação também ocorreu, repartindo o ensino em séries e disciplinas estanques, sendo-lhes atribuídas a todas as restrições, diminuindo “conversas” entre elas e entre a própria disciplina. É comum, ouvir nas rodas de professores, que certo conteúdo é atribuído a determinada disciplina, em determinado ano, como não fosse possível à retomada de conceitos nos anos seguintes.

Em 1996, o Ministério da Educação busca, a partir da LDB, uma reforma educacional, e com isso foram elaboradas os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) para amenizar os visíveis problemas que a educação brasileira vem enfrentando.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) “tínhamos um ensino descontextualizado, compartimentalizado e baseado no acúmulo de informações.” [Brasil, p.4].

É importante ressaltar o novo papel que a Escola tem na vida do educando, deixando de ser um local de aprendizagem bancária<sup>3</sup>, segundo Freire [FREIRE, 1974], e tornando um local de discussões e aprendizagens significativas.

Conforme os PCNEM, o Brasil busca alternativas para se equiparar aos países desenvolvidos, ao nível de conhecimento e índice de escolarização. Outro fator discutido pelo PCNEM é revolução da informática e o avanço das tecnologias, enquanto que a partir da década de 90 percebe-se que há um grande número de informações em virtude das novas tecnologias, nas décadas de 60 e 70 havia uma preocupação, em nível de ensino médio, em formar técnicos, mão de obra mais acessível, diminuindo a necessidade de profissionais com nível superior.

Conforme no PCNEM:

Propõe-se, no nível de Ensino Médio, a formação geral, em oposição à formação específica; o desenvolvimento da capacidade de pesquisar, buscar informações, analisa-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização. [BRASIL 1997]

Ainda:

Pensar um novo currículo para o Ensino Médio coloca em presença estes dois fatores: as mudanças estruturais que decorrem da chamada “revolução do conhecimento”, alterando o modo de organização do trabalho e as relações sociais; e a expansão crescente da rede pública, que deverá atender a padrões de qualidade que se coadunem com as exigências desta sociedade [BRASIL, 1997]

O tema proposto para o produto surge tentando por em prática as recomendações dos PCNs. Foram realizadas conversas com os alunos da 2ª série, no ano de 2014, e que no ano de 2015 serão alunos da 3ª série e que participarão das pesquisas e que vem de encontro com a lei de diretrizes e bases 9394/96, que sugere a prática escolar numa perspectiva interdisciplinar.

Radiações ionizantes e não ionizantes viabilizam uma discussão que aborda conhecimentos de física e biologia, pois quase sempre que esse tema é abordado, o principal questionamento que surge é "como que as radiações podem ser utilizadas beneficemente, se elas provocam o câncer?". Essa resposta envolve conhecimento de fatos e aplicações das radiações, mas pode ser facilmente respondida quando analisamos o fato que as radiações devem ser respeitadas e não temidas.

Diversos exemplos podem ser mencionados. Um deles, muito relacionado ao nosso cotidiano são radiações solares. É de conhecimento empírico que precisamos nos expor ao sol diariamente, ou seja, para qualquer pessoa que se pergunte sobre a

---

<sup>3</sup> Acumulação de conhecimento.

importância de se expor ao sol, essa pessoa irá responder que é muito importante. Cientificamente temos diversas justificativas, inclusive pela estimulação na produção da vitamina D, existente no nosso corpo como pró-vitamina D e que necessita da radiação ultravioleta para ser transformada em vitamina D. Por outro lado, o excesso de exposição ao sol, principalmente no horário das 10h às 16h deve ser evitado em função dos riscos de formação do câncer pele . Assim sendo, como na pergunta sobre o uso das radiações ser benéfico se causa câncer, no caso da exposição ao sol, temos um exemplo que mostra a necessidade de se expor ao sol, mas o cuidado de não se expor exageradamente ao sol. E aqui ainda podemos fazer uma observação muito relevante, pois estamos associando a radiação ultravioleta estudada na física com aspectos biológicos do corpo humano.

Segundo Mozena e Ostermann:

Nesse sentido, a interdisciplinaridade pode ser efetivada na sala de aula por um único professor, quando este revela os limites da sua disciplina e aborda os conteúdos sob o referencial de outras matérias, ou pode ainda ser desenvolvida numa metodologia pautada em projetos por vários professores (embora isso possa significar ações bem diferentes)[MOZENA, 2014].

Segundo Ferraz e Resende [Ferraz, 2014], o PCNEM, no que se refere ao ensino de física, apresenta uma preocupação em unir ciência, tecnologia e sociedade, mas esta parte parece não ter ligação com o restante do documento, que segundo as autoras está mais preocupado com o modismo da Física do cotidiano.

Ainda baseado no trabalho de Ferraz e Rezende [2014], os professores pesquisados se mostram favoráveis principalmente no que se refere ao ensino contextualizado. Outro fato que também é levantado é que os professores não fazem crítica em relação ao PCNEM, mas ressalvam as dificuldades em implementá-lo.

Vale lembrar que a quantidade de material didático que trabalhe de forma contextualizada a disciplina de física é muito pequena, e ainda mais reduzido o material que contemple as três disciplinas da área das ciências da natureza (biologia, física e química). Sem dizer que a formação dos professores tem como base a educação propedêutica, este tipo de educação que remete a preparar o aluno a uma educação formal, ingresso ao nível superior, por exemplo, desconsiderando o educando que quer se preparar para o campo de trabalho logo sua conclusão do ensino médio.

Neste trabalho a preocupação não está envolta a modismos, mas sim ao interesse dos alunos nesta área científica, já que há quatro alunas que realizam concomitantemente ao ensino médio o curso técnico em enfermagem e que a mãe de um

dos alunos, que também é professora da escola está nesse momento realizando tratamento oncológico.

### **2.3 A busca pela aprendizagem significativa**

Em 1963, quando o pesquisador David Paul Ausubel propôs suas teorias sobre aprendizagem significativa, indo na contra mão das ideias behavioristas que acreditava que o meio tinha influencia sobre o sujeito, com isso acreditava-se que o sujeito só aprendia se fosse ensinado por alguém.

Para Ausubel aprender significa reorganizar ideias existentes, melhorá-las e com isso relacionar conceitos pré-existentes a novos conhecimentos. A história do sujeito deve ser levada em conta e principalmente este sujeito tem estar disposto a aprender.

Um dos estudiosos no Brasil, Marco Antonio Moreira, avalia que seus conceitos estão em acordo com outras teorias como a de Piaget e seu desenvolvimento cognitivo e as ideias sociointeracionista ou socioconstrutivista de Vygotsky.

As teorias de Ausubel, para o ensino, fazem do professor um propositos de situações que favoreçam a aprendizagem, ou seja, o docente deve levar em conta o contexto no qual o estudante está inserido e a utilidade das informações a serem recebidas por estes.

A aprendizagem significativa envolve principalmente o interesse do educando, de nada vale uma aula diferenciada, como, por exemplo, o uso de recursos audiovisuais, se o tema não for interessante para o aluno.

O fracasso escolar não está focado somente no aluno ou no professor há vários fatores que devem ser levados, a falta de interesse dos alunos, qualificação do professor, estratégias de aprendizagem, e a aprendizagem significativa vêm de encontro a estas necessidades.

Na Escola, e também fora, houveram-se os seguintes questionamentos: “como este estudante passou de ano?”, “como não sabe a tabuada?”, “nunca leu Machado de Assis?”, “como escreve com tantos erros de ortografia?”, “não sabe diferenciar calor de temperatura?”, a resposta para estas perguntas é que os alunos estudaram isso e muito mais, mas de maneira mecânica, não houve uma aprendizagem significativa, que deixasse marcas em sua vida.

Conforme apresentado por Moreira o significado de aprendizagem significativa é:

Aprendizagem com significado, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento adquirido a novas situações; resulta da interação cognitiva não-arbitrária e não-literal entre conhecimentos prévios que permitam ao aprendiz captar significados (em uma perspectiva interacionista, dialética, progressiva) dos novos conhecimentos e, também, de sua intencionalidade para essa captação. [MOREIRA, 2012b].

E ainda:

Aprendizagem mecânica: é a memorização, sem significado, de informações a serem reproduzidas a curto prazo; aprender mecanicamente é simplesmente decorar. Do ponto de vista cognitivo, as informações são internalizadas praticamente sem interação com conhecimentos prévios. No cotidiano escolar, é a “decoreba”. [MOREIRA, 2012a ].

Trabalhar com aprendizagem significativa é levar em conta os conceitos pré existentes e enriquecê-los, segundo Prestes [2008 p. 29] *Apud* Moreira[2000] aprendizagem significativa “caracteriza-se pela interação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio”.

Um aspecto relevante na aprendizagem significativa é o envolvimento do educando com o tema, é preciso querer aprender, por isso a aplicação do questionário inicial, pois dentro do grande tema, quais os interesses da turma. Neste caso em específico ficou marcado o interesse em relação às radiações ionizantes (ondas eletromagnéticas) e o corpo humano.

## Capítulo 3

### Unidade de aprendizagem: análise do produto

#### **3.1 Metodologia**

Será apresentada, neste capítulo, as técnicas, critérios e instrumentos utilizados para analisar as atividades propostas.

O público alvo deste trabalho foram alunos de duas turmas do terceiro ano ensino médio, turno manhã, da Escola Estadual de Ensino Médio Dr. Hildebrando Westphalen, na cidade de Cruz Alta, RS, o produto foi aplicado no período de março a outubro de 2015, com um total de 26 períodos. Vale ressaltar que as turmas escolhidas são turmas que a pesquisadora ministra a disciplina de física e que já trabalhou com a maioria dos alunos em anos anteriores, quando estes cursavam a primeira série ou a segunda série do ensino médio nesta escola.

Inicialmente, foi solicitada, a direção da escola, a autorização, para a realização do trabalho, esclarecendo a maneira que seria conduzida à pesquisa e a aplicação das atividades, sequencialmente foi entregue o pedido formal escrito, em anexo, para a direção da Escola, que aceitou participar da proposta. Também foi entregue aos alunos uma autorização para a participação dos mesmos, assinada pelos pais dos menores de idade, e por eles.

O trabalho iniciou com 32 alunos e finalizou com 27 alunos, foi utilizado um total de 26 períodos e atividades extraclases. A idade dos alunos está compreendida entre 16 a 24 anos. Três alunos são moradores da zona rural e os demais da zona urbana, próximo à escola. Convém esclarecer que serão utilizadas as expressões “aluno” e “educando” sem distinção de gênero.

No primeiro encontro foi entregue o termo de consentimento para os alunos e explicado como ocorreria o trabalho de pesquisa durante o ano. Foi estabelecido que a participação fosse voluntária, não acarretaria prejuízo na avaliação caso alguém não quisesse participar de alguma das atividades. Não foi antecipado o tema, para que as respostas fossem o mais próxima do conhecimento prévio.

No encontro seguinte foi entregue o questionário, encontra-se no apêndice do trabalho, solicitando que os participantes fossem o mais sincero possível, também foi solicitado que as respostas fossem individuais. Após o preenchimento do questionário,

foi aberto um momento para perguntas, houve curiosidade com algumas questões que os alunos ficaram em dúvida na resposta. Podem-se citar como exemplo as questões

Com base nas respostas e na conversa com os alunos ficou definido alguns itens que seriam mais relevantes a serem trabalhados com os alunos. Outro item que ficou definido é que o trabalho transcorreria durante o ano e não numa sequência corrida. E que os educandos fariam parte da pesquisa sobre os temas, supervisionados pela pesquisadora.

### ***1.3 Análise do produto***

#### ***3.3.1 Instrumento 1. Questionário sobre radiações***

O primeiro instrumento de pesquisa, o questionário, foi entregue no segundo contato que a pesquisadora teve com as turmas. Foi solicitado que os alunos respondessem, em sala de aula, individualmente e que caso tivesse dúvidas que as fizessem depois da entrega dos mesmos. Não foi permitido nenhum tipo de material de auxílio, 26 alunos responderam ao questionário, sendo 13 meninos e 13 meninas.

As três primeiras perguntas, (questões de 1 a 3), eram pessoais e identificativas.

As questões 4 e 5 buscam analisar se os educandos sabem conceituar o tema a ser trabalhado. Já nas questões 6, 7 e 8 buscam observar se os educandos sabem diferenciar os benefícios e os malefícios das radiações, sem se preocupar em diferenciar os tipos de radiações.

As questões 9, 10 e 11 tem por finalidade de pesquisa saber se os educandos estão assistindo telejornais, lendo revistas com caráter científico ou informativo sobre assuntos atuais e que rodeiam o país e o mundo. As questões 12, 13, 14 e 17 são relativas para verificar se os alunos sabem diferenciar as radiações existentes. A questão 15 tem por finalidade direcionar alguns temas que os alunos demonstrem interesse. A questão 16 quer investigar se os avisos visuais são reconhecidos pelos alunos.

As duas turmas inicialmente eram compostas por 35 alunos no total, mas 26 alunos responderam ao questionário.

##### ***3.3.1.1 Questões aplicadas em aula***

As questões de 1 a 3 eram apenas para realizar a identificação do educando, no intuito de poder realizar comparações entre a resposta do primeiro questionário e com o

último questionário e sabendo que há mudança de turma e de escola, se fosse necessário poder excluir algum questionário.

#### 3.3.1.2 Questão 4 - Você sabe o que é radiação?

Na questão 4 obtiveram-se as seguintes respostas: 12 alunos responderam que não sabiam e outros 14 responderam que sabiam, sendo que 13 das respostas justificaram o que é radiação, com exemplos, não houve formação de conceito nesta pergunta. Exemplificando:

Aluno 1: “Raios ultravioletas, que conseguem atingir nosso planeta por meio dos buracos na crosta terrestre. Também pode ser raios usados em aparelhos eletrodomésticos ou até no meio da saúde e estética. ”.

Aluno 2: “Radiação é uma coisa muito tóxica que é muito usada hoje em dia, mas o seu uso pode ter risco a saúde”.

#### 3.3.1.3 Questão 5 – Você sabe a diferença entre radiações ionizantes e radiações não ionizantes?

Na questão 5 obtiveram-se as seguintes respostas: 23 alunos não sabiam diferenciar e somente um aluno marcou sim como resposta e justificou utilizando a seguinte frase: “a ionizante contém íon e a outra não”.

#### 3.3.1.4 Questão 6 - Todo o tipo de radiação é prejudicial à saúde dos seres vivos (pessoas, animais e plantas)?

Na questão 6 obtiveram-se as seguintes respostas: 15 alunos responderam que sim, e destes, 10 justificaram sua resposta. Exemplificando:

Aluno 1: “Radiação solar podendo causar futuramente o câncer de pele. ”.

“Aluno 2: Raios X e micro-ondas”

Dois alunos não responderam a esta pergunta e 9 responderam que não e não justificaram.

#### 3.3.1.5 Questão 7 – Já ouviu falar sobre alguma doença causada por radiação?

Na questão 7 obtiveram-se as seguintes respostas: 24 respostas afirmativas, destas 16 justificativas relacionam radiação ao câncer de pele. Somente dois alunos responderam que não sabiam de nenhuma doença que fosse provocada por radiações.

3.3.1.6 Questão 8 – Já ouviu falar sobre benefícios provocados por radiação?

Na questão 8 obtiveram-se as seguintes respostas: 21 respostas negativas e 5 positivas, destas afirmativas, obtiveram-se as seguintes justificativas:

Aluno 1 e 2: “O micro-ondas”.

Aluno 3: “Resultados de raios-X”.

Aluno 4: “através dele se dá o raios-X. ”.

Aluno 5: “Radioterapia = cura do câncer. ”.

3.3.1.7 Questão 9 - No Brasil foi proibido o uso de câmaras de bronzeamento artificial. Você sabe o por quê?

Quinze alunos responderam sim e 100% relacionaram a proibição ao câncer de pele. Os alunos que responderam não, não justificaram.

3.3.1.8 Questão 10 - Em 13 de setembro de 1987, aconteceu na cidade de Goiânia – GO, o maior acidente radioativo no Brasil, foi rejeitado cerca de 13.400 toneladas de lixo radioativo, que foram armazenados em uma montanha artificial revestida por paredes de concreto e chumbo, estima-se que este lixo radioativo oferece risco por aproximadamente 180 anos. Você já ouviu falar sobre *meia vida radioativa*?

Somente um aluno respondeu de forma afirmativa.

Aluno 1: seria o tempo que o produto é radioativo.

3.3.1.9 Questão 11 - Foi noticiado em janeiro de 2015 que o arroz em Fukushima, Japão, foi aprovado no teste de radioatividade. Você sabe o que isto significa?

Vinte e dois alunos responderam que não sabiam, não foi avaliado, mas acredita-se que muitos não saibam do desastre ocorrido em Fukushima. Quatro alunos responderam que sabiam o que significava e justificaram da seguinte maneira:

Aluno 1: “O arroz não apresentava radiação. ”.

Aluno 2: “Com o acidente nuclear a terra ficou contaminada passando assim para as plantas e animais. ”.

Aluno 3: “não.”

Aluno 4: “Que está contaminado, e quando comer pode morrer. ”.

### 3.3.1.10 Questão 12 – quais os tipos de radiação você conhece?

As respostas foram colocadas na forma de gráfico, como mostrado na figura 1.

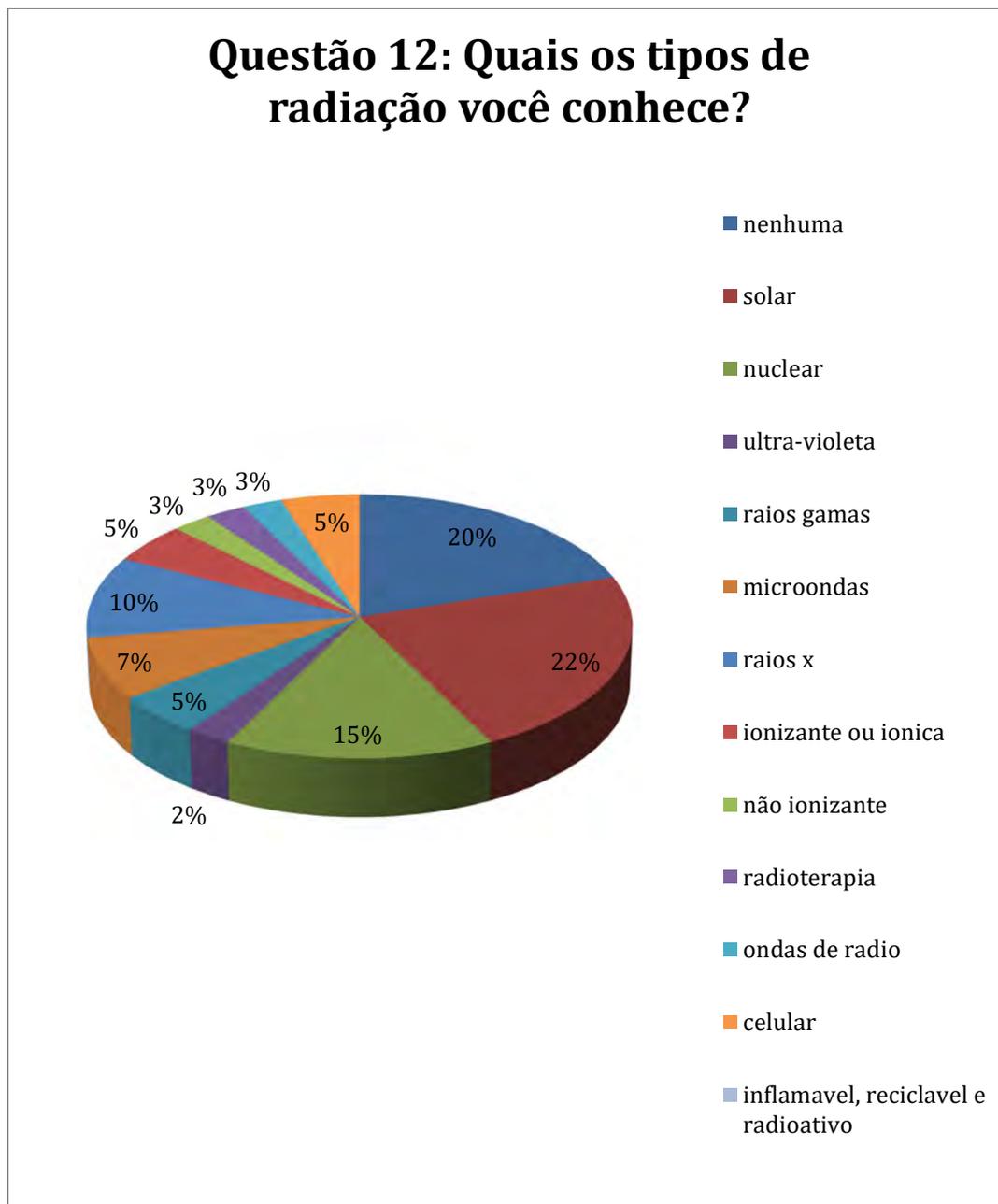


Figura 1: Tipos de radiações citadas pelos alunos pesquisados

Fica evidente, que mesmo que resposta possa ter sido induzida em questões anteriores, como, por exemplo, a questão de número 5, somente um aluno respondeu radiações ionizantes e não ionizantes, um aluno relacionou as imagens da questão de

número 16, com a resposta, um aluno confundiu material reciclado como se fosse um tipo de radiação.

3.3.1.11 Questão 13 - Qual (is) a(s) diferença(s) entre raios X, ressonância magnética, ultrassonografia e tomografia?

Todos os alunos não souberam responder esta questão, o que chama a atenção da pesquisadora, pois são aparelhos que realizam exames médicos e que provavelmente algum aluno já realizou algum deles.

3.3.1.12 Questão 14. Circule os aparelhos que utilizam radiação

Forno de micro-ondas	Celular	Telefone celular	Raios X
Telefone sem fio	Computador	Radio	Televisor

A figura 2 indica as respostas dadas nno primeiro questionário, em azul e as respostas dadas no segundo questionário, representado pela cor vermelha.

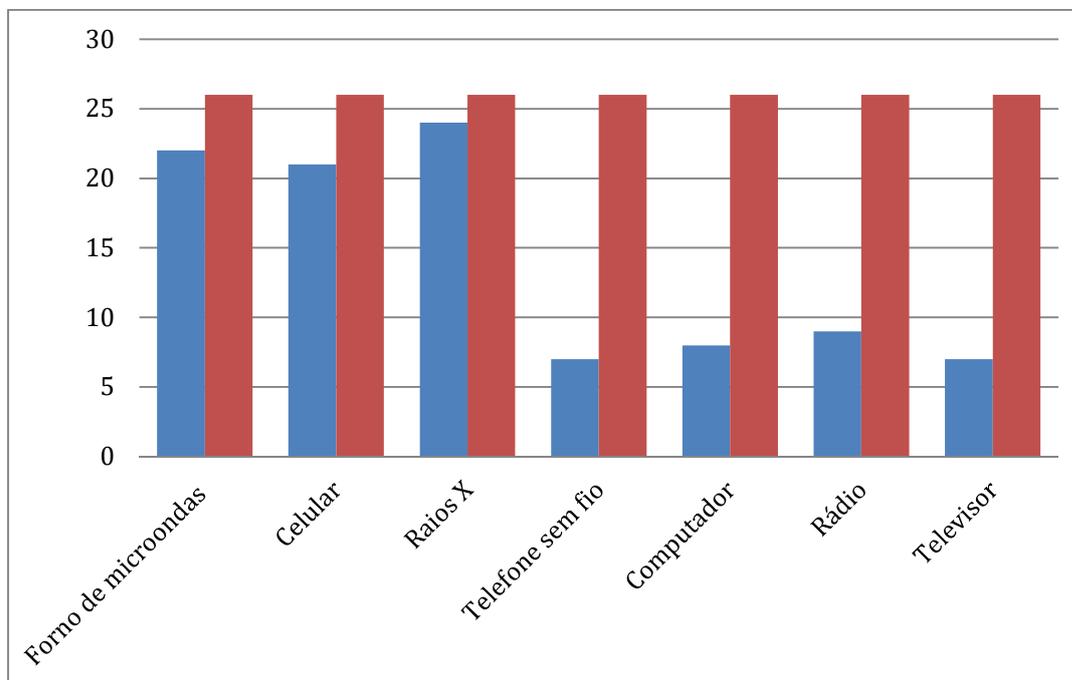


Figura 2: comparação com número de respostas (série 1) com o número de entrevistados (série 2)

3.3.1.13 Questão 15 – você tem interesse de saber sobre o funcionamento dos aparelhos citados nas questões 13 e 14? Justifique:

Todos os alunos demonstraram interesse em saber mais informações.

3.3.1.14 Relacione os símbolos da primeira coluna com os significados da segunda coluna:

As respostas dadas pelos alunos estão representadas na figura 3, onde as colunas em azul representa a resposta dada no primeiro questionário e as colunas vermelhas representam as repostas dada no segundo questionário.

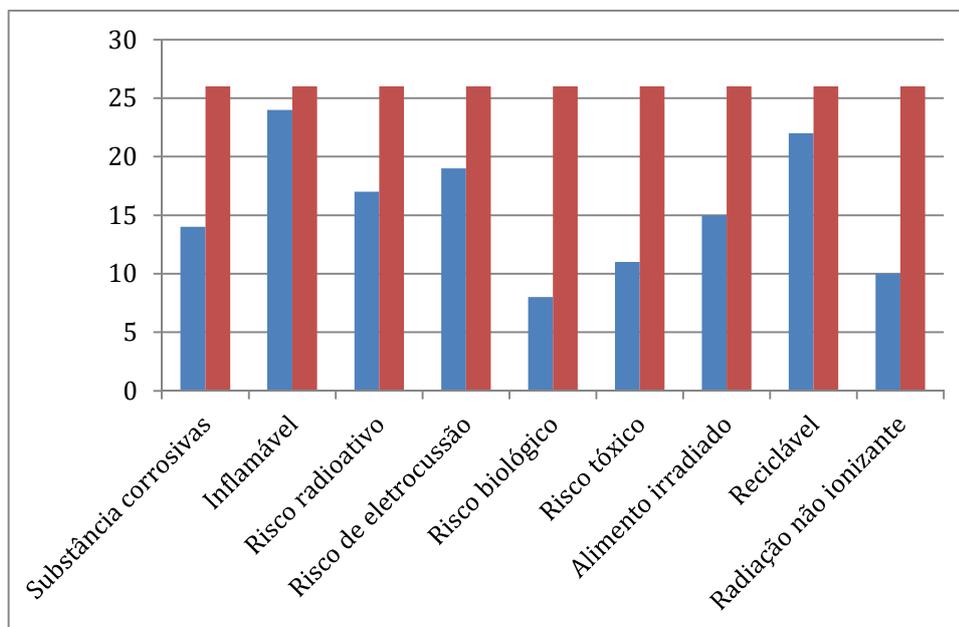


Figura 3: Respostas marcadas pelos alunos , em azul, e número de alunos que responderam de forma corretas a alternativa questão , em vermelho.

3.3.1.15 Questão 17 – Quais símbolos da questão acima estão relacionados à radiação?

Nesta primeira análise é interessante ressaltar que após a entrega dos questionários houve um momento de conversas e os educandos ficaram surpresos em não conseguir responder algumas das perguntas, muitos chegaram à conclusão que não acompanham os noticiários e não leem revistas ou sites de notícias. Ficou evidente para a avaliação que os alunos não relacionam fatos de seus cotidianos com os assuntos trabalhados no questionário, nenhum soube diferenciar ou explicar algum dos aparelhos de imagem da questão 13.

Houve muito questionamento sobre as imagens da questão 16 e que nenhum dos alunos conseguiu fazer a relação da segunda coluna de acordo com a primeira com 100% de acerto.

### 1.1.1 Instrumento 2: Análise da atividade – leitura de texto e oralidade

Nesta atividade foram distribuídos textos diferentes para os grupos de alunos, com no máximo quatro componentes, inicialmente foi pedido para que eles fizessem a leitura em grupo e escrevessem um breve resumo procurando conceitos físicos para relatar aos demais colegas. A pesquisadora esperava que viesse a tona menções a radiações e relatos de conceitos pré-existentes, pois na atividade anterior, várias vezes foram mencionadas.

Esta atividade não atingiu seu objetivo na escrita, mas, na oralidade vieram muitas perguntas, infelizmente a pesquisadora não utilizou nenhum mecanismo para registrar estas informações.

### 3.3.2 Análise da atividade 3 – aula introdutória sobre o espectro eletromagnético

Esta atividade foi uma solicitação de um grupo de alunos que sentiu a necessidade de ter um material mais concreto para auxiliar na aprendizagem, foi utilizado o livro didático e um texto de apoio, retirado da dissertação “O ensino de física das radiações: contribuições da educação ambiental”, de Michely Prestes, juntamente foram utilizadas o livro didático para trabalhar os conceitos do espectro eletromagnético, dar uma abordagem quantitativa, utilização da equação da onda, trabalhar com valores de comprimento, diferenciar radiações ionizantes e não ionizantes e dar continuidade ao conteúdo de óptica, prevista no plano de trabalho da terceira série do ensino médio.

### 3.3.3 Análise da atividade 4 e 5 – Palestra com a ONG Liga Feminina de Combate ao Câncer de Cruz Alta

A visita da Liga Feminina de combate ao câncer de Cruz Alta aconteceu no dia 15 de maio e contaram com a presença de três voluntárias que explanaram sobre o trabalho realizado com pacientes cadastrados nesta unidade, essas atividades tem caráter social e assistencialista, são distribuídos alimentos, medicamentos, roupas e outras necessidades materiais. Ainda são realizadas visitas periódicas e dada assistência psicológica para os pacientes e familiares. Outra atividade realizada é a conscientização e prevenção do câncer através de campanhas elucidativas.

Após esta visita os educandos foram instigados a realizar uma atividade social e a disciplina de física juntamente com a disciplina de filosofia auxiliaram os alunos em duas tarefas propostas.

1ª - Dentro da escola eles se tornaram multiplicadores de informação, repassando as informações recebidas sobre como diagnosticar um nódulo de mama, para as outras turmas da escola, inclusive em outros turnos.

2ª – Arrecadação de alimentos para os pacientes da Liga.

Estas tarefas se tornaram parte deste trabalho, vale refletir que esta atividade (palestra) pode ser sobre outros temas, mas o quanto foi importante para esta turma ter contato e perceber que o espaço escolar pode ser muito mais que recebimento de conhecimento pode ser um momento de reflexão em relação a fatos que acontecem ao redor, o auxilio da professora de filosofia também foi de suma importância, pois ela debateu com os alunos não somente a questão de auxiliar o próximo como políticas publica de saúde e ações sociais.

Em uma semana de atividade foram arrecadados 417 itens alimentícios que foram distribuídos para 146 pessoas assistidas pela Liga.

Estas duas propostas resultou a aula de número cinco. A figura 4 registra o momento final de descontração entre os alunos, as professoras e as palestrantes. Na figura 5 a presidente da Liga Feminina de Combate ao Câncer de Cruz Alta, Clarice Silveira Netto, fazendo a fala inicial.



**Figura 4: Alunos, palestrantes e professores.**



**Figura 5. Palestrantes da Liga Feminina de Combate ao Câncer**

Atividade 5: Entrega dos alimentos arrecadados para a Liga Feminina de Combate ao Câncer. Na figura 6, a entrega dos alimentos arrecadados feita pelo diretor Eder Batista para a presidente da Liga, Clarice Silveira Netto.



**Figura 6: Presidente da Liga Feminina de Combate ao Câncer de Cruz Alta e o Diretor da Escola fazendo a entrega simbólica dos alimentos arrecadados**

Na figura 7 os alimentos arrecadados e na figura 8, os alunos responsáveis pela coleta fazendo a entrega dos alimentos para as voluntárias da Liga.



Figura 7. Alimentos arrecadados em uma semana de campanha.



Figura 8. Entrega dos alimentos, pelos alunos da terceira série que coordenaram a arrecadação, para a Liga Feminina de Combate ao Câncer de Cruz Alta.

### *3.3.4 Análise da atividade 6 – Elaboração e apresentação dos temas relacionados aos aspectos negativos da radiação*

Nesta atividade os alunos foram divididos em grupos e sorteados os seguintes temas:

- Bombas nucleares;
- O acidente radioativo de Chernobyl – 1986;
- O desastre radioativo de Goiânia 1987;
- O desastre radioativo de Fukushima – 2012.

A dinâmica de trabalho se deu da seguinte maneira, os componentes de cada grupo foram sorteados, devido a uma solicitação das próprias turmas que estão fazendo um trabalho diferenciado para maior união do grupo, atividade solicitada pelos professores de Seminário Integrado. Na sequência foi sorteado o tema e os grupos tiveram um prazo de 21 dias para realizar a pesquisa e elaborar a apresentação em recursos de multimídia, slides e vídeos, por exemplo. Nesta atividade não houve intromissão da pesquisadora, pois o propósito é verificar as fontes buscadas das pesquisas realizadas pelos alunos. Todos os alunos realizaram o trabalho, alguns com várias fontes pesquisadas, todas elas utilizando a internet, realizando a busca pelo “Google”, dois grupos dos oito, utilizaram recurso de vídeo e quatro deles utilizaram trabalhos prontos da internet, o que demonstra que a aprendizagem não será significativa, pois a pesquisa foi superficial, não houve discussão no grupo, nem ligações com conhecimentos prévios, segundo [Fernandes 2011] “De nada adianta desenvolver uma aula divertida se ela for encaminhada de forma automática, sem possibilitar a reflexão e a negociação de significados”.

### *3.3.5 Análise da atividade 7*

Esta atividade teve um caráter de rever os conceitos de átomo, seu histórico e com isso introduzir as ideias de eletricidade.

### *3.3.6 Análise da atividade 8*

Esta atividade foi pensada de maneira a estimular os educandos à pesquisa, eles foram separados em grupos, de no máximo 4 componentes e, foram sorteados quatro temas, mas que eles apresentassem para o grupo de colegas, em 15 dias. Uma das ideias quando pensada nesta atividade era desmistificar as radiações

ionizantes, trazendo temas onde as radiações quando controladas e podem ser utilizadas de maneira a beneficiar os homens. Os alunos se surpreenderam, pois a mídia dá ênfase aos malefícios provocados por radiações.

Os temas eram:

- Aplicação das radiações na medicina;
- Radiações como controle de qualidade nas indústrias;
- Conservação de alimentos e radiação;
- As usinas nucleares, funcionamento;
- As usinas nucleares no Brasil e no Mundo.

As figuras 9, 10 e 11 representam os grupos de alunos apresentando seus temas sobre radiações.



Figura 9. Apresentação dos alunos da 3ª 1



Figura 10. Apresentação dos alunos da 3<sup>a</sup>2



Figura 11. Apresentação da turma 3<sup>a</sup>2

### 3.3.7 Instrumento 8: Análise da atividade 9 - Aula sobre Radiações Ionizantes: Riscos e Benefícios.

A visita da Física Médica e profa. Dra. Aline Guerra Dytz ocorreu dia 29 de junho de 2015. Além da visita para o Estágio Supervisionado, foi realizada uma palestra sobre Radiações Ionizantes: Riscos e Benefícios, na figura 12 capta um dos momentos em que estava ocorrendo a palestra da Dra. Aline Dytz.

A palestra durou aproximadamente 1 hora, onde os educandos puderam ter uma noção sobre as radiações ionizantes e sua interação com a matéria. Na sequência foram mostradas diversas aplicações benéficas das radiações ionizantes, desde o controle de qualidade em peças automotivas, bebidas e papéis até a esterilização de alimentos. Também foram apresentados alguns casos maléficos a cerca do mau uso das radiações ionizantes (acidentes de Chernobyl com reator nuclear e de Goiânia com uma fonte de césio utilizada em radioterapia, mas abandonada) ou de acidentes naturais que podem causar danos à população (caso de Fukushima).

A professora Aline falou da sua experiência no mercado de trabalho com o controle de qualidade em imagens médicas e com o uso de iodo radioativo para tratamento de pacientes com câncer de tireoide.

Diversas perguntas surgiram sobre o assunto e os educandos mostraram-se muito interessados na física aplicada da maneira em que foi apresentada.

Alguns educandos demonstraram interesse sobre o acidente de Goiânia, pois já haviam pesquisado sobre o mesmo. Foi então que o professora Aline mostrou uma apresentação e relatou sobre o acidente. Ela fez um curso de acidentes radioativos na própria Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN/RJ, e respondeu a muitas indagações sobre aspectos de proteção radiológica e efeitos biológicos.

Após as discussões foi realizada uma atividade prática. A professora Aline trouxe para a escola um kit que a FURG disponibiliza para aulas de física moderna e contemporânea, que conta de um detector Geiger-Müller e fontes de radiação isentas dos requisitos de proteção radiológica (fontes com atividades inferiores a 1 micro Curie), mas que a sensibilidade do Geiger capta e acusa com sinal sonoro.

A turma foi dividida em oito grupos e cada grupo recebeu um envelope com uma das fontes, cada grupo teve a oportunidade de medir a fonte que recebeu com o Geiger-Müller, conforme as figuras 13 e 14. Das oito fontes, apenas duas apresentavam algum sinal no Geiger-Müller, e o grupo que estava de posse da maior contagem registrada entre todos ganhou uma barra de chocolate, na figura 15 está o grupo vencedor. Posteriormente todas as fontes foram retiradas dos envelopes e ainda houve um reforço nos conceitos de radioisótopos e meia-vida.



**Figura 12: Explicação da Professora. Dra. Aline Dytz**



Figura 13: Alunos manipulando o contador Geiger



Figura 14: Alunos realizando a atividade proposta pela palestrante



Figura 15: Grupo que ganhou o desafio proposto pela palestrante. .

## Capítulo 4

### Considerações finais

Neste momento faço minhas reflexões sobre este trabalho, tarefa que exige uma retomada desde minha escolha por ser professora de física até o tema escolhido para este trabalho. Aqui relato como foi interessante o pensar sobre a maneira de ensinar, observar melhor as pessoas que estão atrás daquelas classes, refletir como elas aprendem.

Um dos motivos mais importantes deste trabalho foi à mudança que ocorreu em meu pensar e agir em relação as minhas aulas. O que é mais importante? Preparar para a vida ou ensinar a decorar fórmulas? Seguir a grade curricular e “vencer os conteúdos” ou aceitar as interrupções em meios às explicações e ouvi-los contar sobre coisas observadas no seu cotidiano? É introduzir novas tecnologias ou dar uma aula diferenciada?

Muitas perguntas ficarão sem respostas até por que aprender de maneira significativa não significa aprender tudo de uma vez, significa construir uma teia na qual vão se agregando mais conhecimentos e estes vão se ligando a outros.

Ausubel, Morin, Freire, Piaget, Moreira entre outros deixaram de ser teóricos e viraram motivadores das minhas aulas, como não pensar em planejar uma aula onde se possa ter aprendizagem significativa, multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e a tão sonhada transdisciplinaridade.

Como não planejar? Como não se preocupar com os conhecimentos prévios? Como não trabalhar com as outras disciplinas? Mudanças de governo? Diminuição de carga horária das disciplinas? Falta de material didático? Mudança de comportamento dos alunos? Novas famílias? Quantas coisas aconteceram e irão acontecer na minha vida como professora.

O professor de hoje não pode ser mais aquele de alguns anos atrás, percebe-se que o fracasso escolar está ligado a diversos fatores, não é somente o aluno que mudou, a sociedade mudou, a inserção de novos comportamentos, as tecnologias, a velocidade de informação necessita de um novo olhar para a educação.

Quando foi pensado o que e como poderia ser trabalhado este produto, e aqui vale ressaltar que o produto não é algo pronto, pois ele teve mudanças durante o decorrer de sua aplicação e no momento em que for utilizado novamente, com certeza, ocorrerão mudanças, levou-se em consideração conceitos físicos que são trabalhados na

terceira série do ensino médio, atualidades, interesse dos alunos e do pesquisador, métodos e maneiras de se trabalhar o tema principal.

A necessidade de contextualizar auxilia no interesse dos educandos, neste caso, em uma das turmas havia três alunas que realizam o técnico em enfermagem, posteriormente, uma nova aluna que também cursa o técnico em enfermagem ingressou na turma, e elas trouxeram alguns relatos de suas experiências no curso e relacionaram com o tema; um aluno acompanha a mãe no tratamento do câncer e este relatou vários fatos e questionou sobre alguns dos procedimentos que visualizou sendo realizado na mãe, o que engrateceu em muito o interesse da turma sobre a utilização positiva das radiações, na saúde. Em outro momento um dos alunos que mora numa localidade rural e que auxilia a família nas atividades do campo, se mostrou muito interessado na utilização de radiações na indústria para qualidade dos produtos fabricados e na conservação de alimentos com radiação.

Uma primeira atividade, não formalizada, com alunos, aconteceu no ano de 2014, quando estes estudavam na segunda série do ensino médio quando foram questionados se gostariam de participar de uma pesquisa de mestrado e sobre o que gostariam de trabalhar, naquele momento, estava sendo abordadas as ideias de onda mecânica e sendo relacionada à audição. Com isso os alunos mostraram muito interesse em aprender fenômenos físicos relacionados a fenômenos biológicos.

As atividades ocorreram ao longo dos meses de março a outubro, de 2015 e durante este tempo foram trabalhados concomitantes os conteúdos previstos para a série e o produto, inicialmente começou-se com a investigação sobre os assuntos de interesse dos educandos ao tema central. Após a aplicação do questionário, foi realizado um plano de estratégias e percebeu-se a necessidade de diferenciar os benefícios e malefícios das radiações e também fazer um trabalho interdisciplinar.

A segunda atividade baseou-se em verificar como estava o senso crítico e observador dos alunos através da leitura de textos que tivessem de forma implícita as ideias de radiações. Esta atividade evidenciou as dificuldades dos alunos em reconhecer conceitos físicos.

A terceira atividade teve um caráter mais tradicional, com aula expositiva e entrega de material para os estudantes.

A quarta atividade foi muito gratificante, pois relacionou a disciplina de física e a disciplina de filosofia e sociologia, pois através da palestra ministrada por representantes da Liga Feminina de Combate ao Câncer de Cruz Alta, foi possível

realizar atividades de cunho social, observar as relações humanas e elencar com a possibilidade de utilizar as tecnologias de maneira a beneficiar os seres humanos. A culminância desta atividade se deu na quinta atividade com as explanações sobre o tema nas demais turmas da escola e a arrecadação de alimentos.

A quinta atividade foi importante para que os educandos se unissem, precisaram se organizar em grupos, tiveram que exercitar a fala, e precisaram pesquisar para poder passar as informações recebidas, tornaram-se multiplicadores de informação e com isso obtiveram sucesso na tarefa, conseguindo sensibilizar os demais educandos da escola e arrecadando em torno de 412 alimentos, numa escola que possui em torno de 630 alunos, foi um número expressivo, dado o tempo de apenas uma semana entre as mini palestras e a entrega de alimentos para a Liga Feminina de Combate ao Câncer.

Na sexta atividade, os alunos foram divididos em 4 grupos de até cinco componentes e foi atribuída à tarefa de pesquisar e apresentar para o grande grupo, os seguintes temas:

- O acidente radioativo em Goiânia;
- Bombas nucleares;
- Desastres nucleares, ênfase em Chernobyl;
- Desastre nucleares, ênfase em Fukushima.

Fizeram parte da sexta atividade, nesta parte do trabalho os alunos deixaram de serem expectadores e participaram de forma atuante, realizando a pesquisa, buscando formas de apresentar para os colegas, dois grupos trouxeram vídeos para reforçar a atividade e, todos de forma geral, tentaram acrescentar alguma informação, demonstrando interesse no tema.

A sétima atividade teve caráter mais tradicional e aconteceu em várias aulas, sendo feita uma retomada das ideias que foram caracterizando o átomo, desde as ideias de Leucipo e seu discípulo Demócrito, na Grécia antiga, aos modelos de Dalton<sup>4</sup>, Thomson<sup>5</sup>, Rutherford-Borh<sup>6</sup> e Heisenberg-Schrödinger<sup>7</sup>. Também foram abordados os aspectos como propriedades nucleares, radioatividade e nuvens de energia, realizando uma ligação com o próximo conteúdo estabelecido para este ano que é a eletricidade.

---

<sup>4</sup> Modelo Bola de bilhar (1803)

<sup>5</sup> Modelo Pudim de passas(1897)

<sup>6</sup> Modelo sistema planetário (1908/1910)

<sup>7</sup> Modelo Nuvem eletrônica (1926)

Na oitava atividade, a professora Dra. Aline Guerra Dytz, realizou a visita prevista no estagio supervisionado<sup>8</sup> e realizou uma atividade diferenciada com o grupo.

Esta atividade foi realizada no dia 29 de junho de 2015, palestrando sobre radiações ionizantes e suas utilizações na medicina e no cotidiano para as duas turmas do terceiro ano do ensino médio da manhã, esta palestra ocorreu durante o horário de aula.

Foram aproximadamente duas horas e trinta minutos de uma palestra descontraída com participações, inicialmente tímidas e depois mais atuantes, com atividade prática.

A professora Aline iniciou apresentando-se e relatando um pouco de sua experiência profissional e na sequência falou sobre as aplicações das radiações ionizantes de forma controlada e que trazem benefícios aos seres humanos. Foi destacada a utilização de raios x e de radioisótopos na medicina.

Num segundo momento foi abordado temas como datação de carbono 14, esterilização de matérias, conservação de alimentos por radiação e utilização de raios x na indústria automotiva.

E finalizando as atividades os alunos puderam manusear o Contador Geiger (aparelho que detecta radiações ionizantes), foram trazidas algumas amostras para fins didáticos de material radioativo (cujas atividades estão abaixo dos limites para aplicação das regras de proteção radiológica). Os alunos foram divididos em cinco grupos, onde cada grupo recebeu duas amostras de material radioativo, sem identificação de que material haviam recebido.

Cada grupo deveria medir a radiação dos outros grupos com o contador Geiger e compará-los. O grupo “mais radioativo” ganhou um mimo.

Durante a palestra surgiram várias perguntas, muitas delas referente ao acidente radioativo em Goiânia no ano de 1987. Este tema já havia sido trabalho em forma de seminário pelos alunos.

Outro tema que surgiu foi sobre a utilização da radiação no tratamento para o câncer, os perigos e benefícios foram destacados pela palestrante e quanto à ciência vem aperfeiçoando o uso das radiações ionizantes.

Os alunos ficaram entusiasmados em verificar que as radiações ionizantes, quando controladas podem ser utilizadas em benefício do homem, vale lembrar que

---

<sup>8</sup> Atividade prevista como um requisitos para a aprovação desta disciplina.

estou desenvolvendo, juntamente com a Prof. Dra. Aline Dytz, um produto para o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) uma proposta de como trabalhar sobre radiações ionizantes e não ionizantes, de forma interdisciplinar, no ensino médio e, até o momento, eu e os alunos só tínhamos visto os aspectos negativos que a radiação ionizante trás para os seres vivos.

A explanação da professora Aline foi muito importante para que os alunos desenvolvam o pensamento crítico e observador já que a maioria deles tinham somente observado os aspectos negativos das radiações ionizantes, quando tiveram informações dos aspectos positivos eles puderam realizar uma análise mais detalhada.

A nona atividade é uma continuidade da sexta atividade, neste momento os alunos realizam pesquisas sobre temas em que a radiação é vista como alternativas positivas na vida das pessoas, a turma foi separada em grupos e distribuída os seguintes temas:

- Datação por carbono 14;
- Radiação em alimentos, esterilização de materiais e a utilização de radiações na indústria;
- A utilização da radiação no tratamento oncológico (radioterapia);
- Radiologia, histórico e aplicações.

A décima atividade foi uma mesa redonda onde os educandos puderam expor suas ideias sobre o tema trabalhado e reaplicação do questionário. Dezesete alunos responderam ao questionário, sendo destes, três educandos que não participaram desde o início da aplicação do produto. Em relação às respostas temos a seguinte análise:

Questões aplicadas em aula

As questões de 1 a 3 eram apenas para realizar a identificação do educando.

Questão 4 - Você sabe o que é radiação?

Na questão 4 obtiveram-se as seguintes respostas: 2 alunos responderam que não sabiam e outros 15 responderam que sabiam, todos exemplificaram, as respostas foram as seguintes, como demonstra a figura 16.

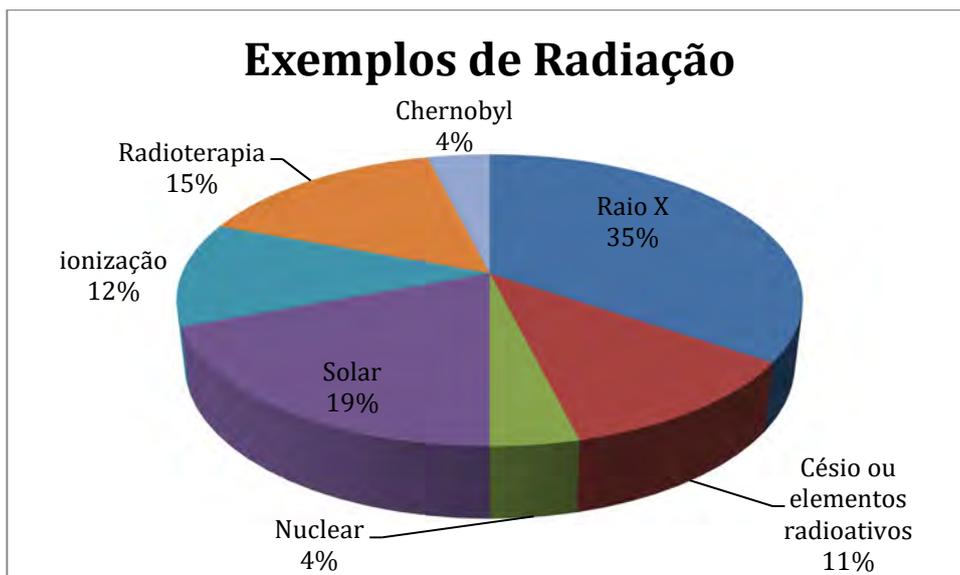


Figura 16: Respostas da questão nº4

Fica evidente que a maioria dos exemplos citados se refere às aplicações da radiação na saúde, pois 50% das respostas citaram Raios X e radioterapia. 12%, correspondente a 3 indicações se referem ao conceito, quando citam ionização.

Questão 5 – Você sabe a diferença entre radiações ionizantes e radiações não ionizantes?

Na figura 17 demonstra a evolução que se teve em relação a essa diferenciação.



Figura 17: Respostas da questão nº5

Na questão 5 podem-se citar como alguns exemplos dados pelos entrevistados:

Aluno 1: “Radiação ionizante atravessa a pele, radiação não ionizante não atravessa a pele”.

Aluno 2: “ionizante produz íons. ”.

Aluno3: “radiação ionizante são ondas eletromagnéticas de frequência muito elevada. ”.

Questão 6 - Todo o tipo de radiação é prejudicial à saúde dos seres vivos (pessoas, animais e plantas)?

Houve uma mudança significativa nesta resposta, enquanto que na primeira vez que foi respondida o questionário, 58 % dos alunos responderam que todo tipo de radiação é prejudicial, na segunda pesquisa 18% das respostas foram que todos os tipos de radiação fazem mal aos seres vivos.

Questão 7 – Já ouviu falar sobre alguma doença causada por radiação?

Na questão 7 obtiveram-se as seguintes respostas: 24 respostas afirmativas, destas 16 justificativas relacionam radiação ao câncer de pele. Somente dois alunos responderam que não sabiam de nenhuma doença que fosse provocada por radiações.

Questão 8 – Já ouviu falar sobre benefícios provocados por radiação?

Na questão 8 obtiveram-se as seguintes respostas, conforme mostra a figura 18:

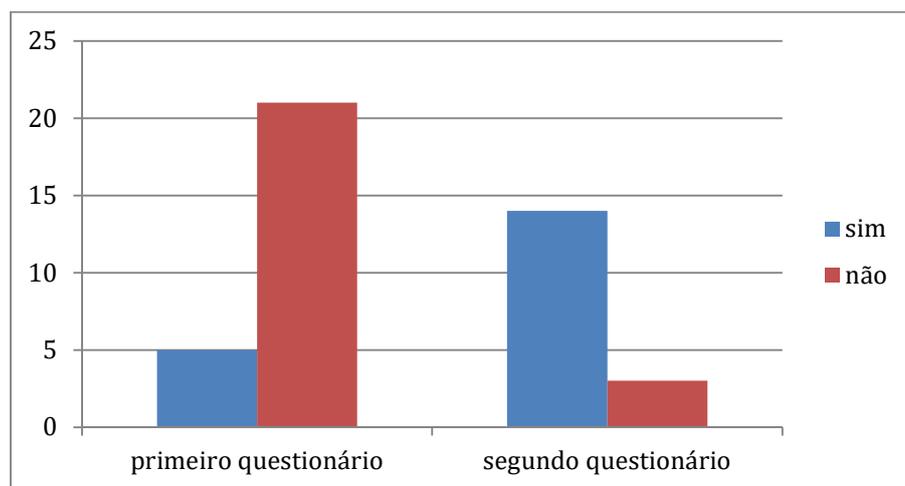


Figura 18: Comparativo entre o primeiro e o segundo questionário em relação à pergunta nº8

É significativa a diferença nas respostas, antes da aplicação e posterior a aplicação do produto, outro fator de relevância é que dos três alunos que responderam que negativamente, somente 1 participou desde o início da pesquisa, e dos que justificaram, todos indicaram o processo de radioterapia como uma utilização benéfica.

Questão 9: No Brasil foi proibido o uso de câmaras de bronzeamento artificial. Você sabe o por quê?

Todos os alunos responderam que a exposição à câmara de bronzeamento pode causar câncer de pele.

Questão 10. Em 13 de setembro de 1987, aconteceu na cidade de Goiânia – GO, o maior acidente radioativo no Brasil, foi rejeitado cerca de 13.400 toneladas de lixo radioativo, que foram armazenados em uma montanha artificial revestida por paredes de concreto e chumbo, estima-se que este lixo radioativo oferece risco por aproximadamente 180 anos. Você já ouviu falar sobre *meia vida radioativa*?

A figura 19 demonstra o conhecimento dos alunos sobre meia vida e a figura 20 revela que as atividades feitas em sala de aula melhoraram o entendimento dos educandos sobre o conceito de meia vida radioativa.

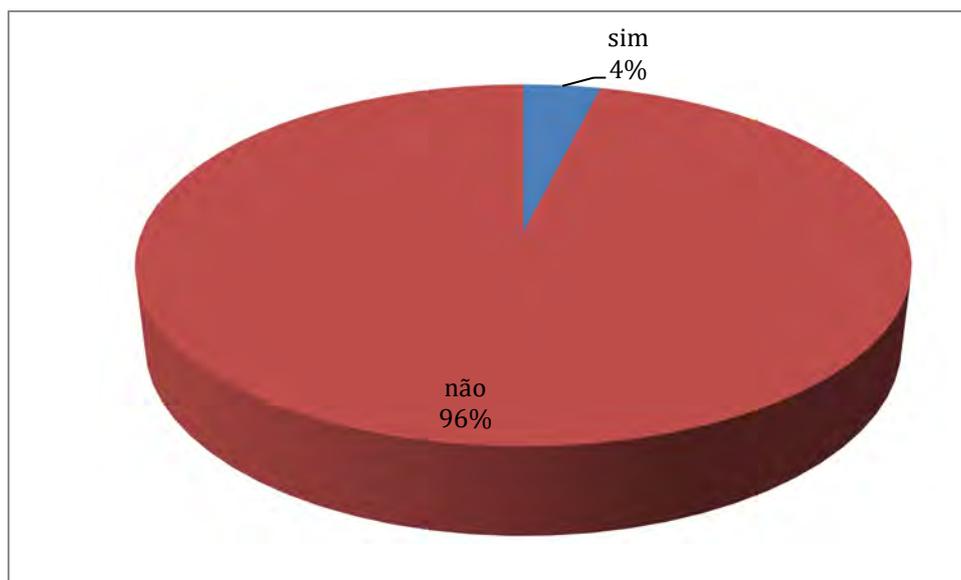


Figura 19: Respostas referentes à pergunta de nº10, no primeiro questionário.



Figura 20: Respostas referentes à pergunta de nº 10, segundo questionário.

Este foi à diferença mais significativa, pois no primeiro questionário somente 1 resposta, correspondente a 3,85%, foi afirmativa, e na segunda aplicação teve uma porcentagem de 59% e as justificativas de forma correta.

A questão 16 fazia a seguinte relação:

Relacione os símbolos da primeira coluna com os significados da segunda coluna:

A figura 21 trás em azul as respostas dadas no primeiro questionário e em vermelho as respostas dadas na segunda vez em que os alunos responderam ao questionário.

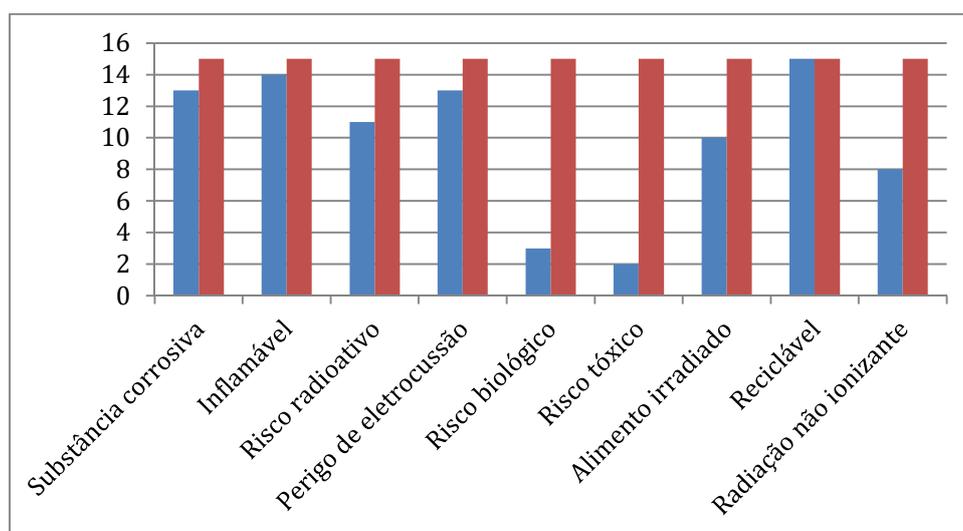


Figura 21: Respostas dos alunos referentes à questão de nº 16

Nesta pergunta, dois entrevistados não responderam, houve uma melhor associação que no primeiro questionário, mas houve melhora nas deficiências nas respostas, com exceção do símbolo de material reciclável, que obteve 100% de acerto.

Hoje não sou a mesma que iniciou este trabalho, estas mudanças iniciaram em de 2013, quando surgiu a oportunidade de ingressar no mestrado, nas primeiras aulas, onde se deu as trocas com meus colegas e mestres. Assim como meus alunos também não o são, aprendemos a nos conhecer, nos respeitar, trocar informações, meu olhar sobre a Educação e sobre a Escola também mudou, não enxergo mais o ensino como algo que termina a cada ano ou a cada conteúdo, assim como a escola deixou de ser somente o local de trabalho, vejo realmente como um ambiente onde acontecem trocas de experiências, onde realmente há aprendizagem.

## Referências Bibliográficas

[Auth 2007] AUTH, M. A., MELLER, C.B. Ser humano e ambiente: Percepção e interação, Ijuí, Brasil, Editora Unijuí, 2007. (Coleção Situação de Estudo. Ciências no ensino Fundamental, 2).

[BR-LDB 1996] BRASIL, **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF, 1996.

[BR-PCN 1997] BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais, Brasília, 1998.

[Dorneles 2015] DORNELES, E. F. As transformações sociais e a educação profissional integrada ao ensino médio: o princípio educativo do trabalho e o caráter do currículo escolar, *Discursos, ensino e práticas socioculturais*, Antonio Escandiel de Souza e Maria Aparecida Santana Camargo, Curitiba, Brasil, Editora CRV, 2015, p. 215 a 229.

[Ferraz 2014] FERRAZ, G., REZENDE, F. Perspectivas de professores de física sobre políticas curriculares nacionais para o Ensino Médio. *Ciência e Educação*, v. 20, n 2, p. 497-515, 2014.

[Freire 1974] FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 1. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra 1974.

Galileu, Editora Globo,

<http://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Arqueologia/noticia/2015/02/exames-revelam-que-esttua-de-mil-anos-abriga-corpo-de-monge.html>, acesso em 28 de fevereiro de 2015.

Galileu, Editora Globo, <http://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Meio-Ambiente/noticia/2015/02/fukushima-detecta-vazamento-de-agua-radioativa-no-mar-liquido-estaria-into-para-o-pacifico-desde-abril-do-ano-passado.html>, acesso em 28 de fevereiro de 2015.

[Lemos 2011] Lemos, E.S. Aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful learning Review* – v. 1, p. 25-35, 2011.

[Marques 2011] MARQUES, M.O. Escrever é preciso. 2ª ed. , Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2011

[Moreira 2012a] MOREIRA, M. A. Unidades de ensino potencialmente significativas – UEPS, Porto Alegre, Brasil, UFRGS, Instituto de Física, 2012.

[Moreira 2012b] MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? *Curriculum, la laguna*, Espanha, 2012.

[Parisoto 2010] PARISOTO, M. F., MORO, J.T. Aplicações do eletromagnetismo, optica, ondas e física moderna e contemporânea na medicina (1ª parte), Porto Alegre, Brasil, UFRGS, Instituto de Física, 2010.

[Parisoto 2010] PARISOTO, M. F., MORO, J.T. Aplicações do eletromagnetismo, optica, ondas e física moderna e contemporânea na medicina (2ª parte), Porto Alegre, Brasil, UFRGS, Instituto de Física, 2010.

[Prestes 2008] PRESTES, M. o ensino de física das radiações: Contribuições da educação ambiental, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande, 2008, p. 193

[Ritter 2013] RITTER, J. WNILSON, J. F., COSTA BEBER, L.B., Pedagogia da existência como alternativa à mercantilização das relações sociais, Educação no contexto da globalização: Reflexões a partir de diferentes olhares, Elisabete Andrade, Liria Ângela Andrioli, Walter Frantz, Ijuí, Brasil, Editora Unijuí, 2013, p. 85 a 108.

[SEDUC 2011] SEDUC. Secretaria de Estado da Educação. **Proposta pedagógica para o Ensino Médio Politécnico e educação profissional integrada ao Ensino Médio - 2011-2014.** out/nov. de 2011. Porto Alegre. Disponível em <[http://www.educacao.rs.gov.br/dados/ens\\_med\\_proposta.pdf](http://www.educacao.rs.gov.br/dados/ens_med_proposta.pdf)> Acesso em: 10/12/2014.

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/d5154.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5154.htm)

## **APÊNDICES**

## Apêndice 1A

### Sequência didática: Radiações ionizantes e não ionizantes, uma abordagem multidisciplinar nas aulas de seminário integrado de ciências da natureza

#### A.1 Introdução

Este trabalho faz parte da proposta do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) e tem por finalidade proporcionar através de uma unidade didática um material que possa ser usado por professores a fim de estimular os educandos a uma aprendizagem de qualidade

O material inicia com uma tabela que propõe dez atividades, num total de 26 períodos de 50 min, que podem ser desenvolvidas num período maior ou menor, conforme a organização e necessidade da turma. Foi estabelecida uma dinâmica em que as atividades não foram sequenciais na aplicação com as duas turmas trabalhadas, os conteúdos referentes à óptica e eletricidade foram trabalhados paralelamente as atividades, as atividades iniciaram em março e finalizadas em outubro, dando a oportunidade para os educandos estabelecerem modificações e colocando seus interesses em pauta, há também a possibilidade de retirar ou acrescentar atividades que seja necessário.

O tema central escolhido foi radiações ionizantes e não ionizantes, com o intuito de desmistificar alguns mitos e fortalecer os conceitos pré-estabelecidos.

As radiações constituem uma forma de energia que, de acordo com a sua capacidade de interagir com a matéria, se podem subdividir em:

- Radiações ionizantes: Possuem energia suficiente para ionizar os átomos e moléculas com as quais interagem, as mais conhecidas são: Raios X; Raios gama; Raios alfa; Raios beta; Radiações corpusculares (prótons e nêutrons).
- Radiações não ionizantes: Não possuem energia suficiente para ionizar os átomos e as moléculas com as quais interagem, sendo as mais conhecidas: Luz visível; Infravermelho; Ultravioleta; Micro-ondas; Corrente elétrica; Campos magnéticos estáticos.

Há vontade de que se faça compartilhamento de vivências e dúvidas que os educandos possam ter unir conhecimentos de outras áreas, é de suma importância que se tenha estes espaços de fala e escrita, por isso a insistência em atividades em grupos em que os educandos apresentam para os colegas.

## A.2 Quadro de planejamento

	<b>PERÍODOS</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>CONCEITOS FÍSICOS</b>	<b>RECURSOS ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS</b>
<b>1</b>	1	Questionário de investigação	Identificar se as concepções prévias dos estudantes em relação aos conceitos de radiações ionizantes e não ionizantes;	Radiações ionizantes; Radiações não ionizantes;	Fala e escrita
<b>2</b>	2	Por trás dos textos: Conseguimos ler tudo o que está escrito?	Através da leitura dos textos selecionados pelo professor, dividir a turma em grupos de até quatro pessoas. Pedir para os grupos lerem o(s) texto(s) distribuído e após escrever um resumo apontando os aspectos (conceitos) físicos e apresentar para a turma. Após responder a três perguntas.	Radiações ionizantes. Radiações não ionizantes.	Leitura, interpretação, escrita e fala.
<b>3</b>	4	Aula introdutória sobre espectro eletromagnético	Conceituar e diferenciar o espectro eletromagnético distinguir quais destas ondas são radiações ionizantes e não ionizantes.	Espectro eletromagnético.	Aula expositiva, utilização de Datashow e entrega de material conceitual impresso.
<b>4</b>	2	Muito além das radiações: Conversando com a Liga Feminina de Combate ao Câncer de Cruz Alta	Explicação referente trabalho realizado pela ONG e trabalhar a parte social. Efeitos biológicos do tratamento de câncer utilizando radiações. Lançar uma atividade de arrecadação de alimentos. Atividade multidisciplinar.	Tipos de equipamentos utilizados no tratamento	Explicação oral.
<b>5</b>	2	Socializando novos conhecimentos e ações solidárias.	Colocar em prática a arrecadação de alimentos. Socializar os conhecimentos com as outras turmas da escola.	Não há conhecimentos físicos aplicados, Trabalho interdisciplinar com a disciplina de sociologia e filosofia.	Explicação oral. Trabalho em grupo.  Arrecadação de alimentos.
<b>6</b>	4	Usinas nucleares e vazamento radioativo, quando o homem subestima a radiação ionizante.	Pesquisar e apresentar para o grupo como ocorreram alguns dos maiores desastres radioativos, sendo eles, Chernobyl, Goiânia e Fukushima. Análise crítica sobre informações que se referem aos malefícios provocados por	Radiações ionizantes.	Pesquisa; Trabalho em grupo; Discussões; Apresentação; Utilização de recursos de informática;

	<b>PERÍODOS</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>CONCEITOS FÍSICOS</b>	<b>RECURSOS ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS</b>
			radiações ionizantes; Trabalho em grupo		Vídeo
7	2	Revisando conceitos e histórico dos átomos e introduzindo o conceito de eletricidade.	Relatar as concepções de átomo através do tempo;	Átomo; Eletricidade;	Recursos multimídia. Texto. Livro didático.
8	3	Radiações ionizantes e não ionizantes, a visão de uma física médica. Palestra com a Professora Dra. Aline Guerra Dytz	Observar através da fala de uma profissional da área os vários aspectos a serem analisados a respeito do tema radiações.	Radiações ionizantes e não ionizantes; Eletricidade; Estrutura do átomo;	Palestra; Atividade experimental
9	4	Desmitificando a radiação ionizante, a vilã também pode ser mocinha.	Verificar as possibilidades benéficas da utilização das radiações ionizantes através da pesquisa sobre os seguintes temas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• A utilização de radiação nas usinas nucleares;</li> <li>• A utilização de radiação na medicina.</li> </ul> Indústria e radiações	Radiações ionizantes. Eletricidade.	Trabalho em grupo; Discussões; Apresentação; Utilização de recursos de informática; Vídeo
10	2	Aprendizagem significativa: comparando questionários	Aplicar novamente o questionário e comparar as respostas com o questionário anterior e observar se houve aprendizagem conceitual	Radiações ionizantes e não ionizantes.	Escrita.



# **Apêndice 1B**

## Aula 1

### **OBJETIVO**

Conhecer as concepções prévias dos estudantes em relação aos conteúdos radiações ionizantes e não ionizantes.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Abordar diferentes situações contextualizadas, através de questões objetivas e discursivas referentes às questões cotidianas que envolvam conteúdos relacionados aos fenômenos de radiação;
- Verificar quais os conhecimentos prévios dos estudantes sobre radiações ionizantes e não ionizantes.

### **PROCEDIMENTO**

A atividade será realizada com a entrega de um questionário, com 17 questões, sendo 14 questões analisadas de forma quali/quantitativa, oito questões com alternativas sim ou não e três questões objetivas. As respostas serão individuais para que o educador possa conhecer as ideias prévias de cada educando.

### **ATIVIDADE**

Os estudantes deverão responder ao questionário.

### **AVALIAÇÃO**

A avaliação consiste em levantar dados para aprimorar o material que será trabalhando, buscando levar os interesses dos alunos em primeiro lugar.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Michely Prestes, O ensino de física das radiações: contribuições da educação ambiental, Mestrado, FURG, 2008, p.193

<http://elaine-biologa.blogspot.com.br/2012/06/simbolos-de-seguranca-nos-laboratorios.html> acessado em 22 de fevereiro de 2015.

### Questionário

Este questionário é parte do trabalho realizado pela mestranda Graciela Sasso Fiuza, no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, MNPEF, realizado na Universidade Federal do Rio Grande, FURG.

1. Nome: \_\_\_\_\_

2. Idade: \_\_\_\_\_

3. Sexo:

Feminino       Masculino

4. Você sabe o que é radiação?

não       sim

Pode citar exemplos? \_\_\_\_\_

---

5. Você sabe a diferença entre radiação ionizante e radiação não ionizante?

não       sim

Pode citar exemplos? \_\_\_\_\_

---

6. Todo tipo de radiação é prejudicial à saúde dos seres vivos (pessoas, animais e plantas)?

não       sim

Pode citar exemplos? \_\_\_\_\_

---

7. Já ouviu falar sobre alguma doença causada por radiação?

não       sim

Em caso afirmativo, qual (is)? \_\_\_\_\_

---

8. Já ouviu falar sobre benefícios provocados pela radiação?

não       sim

Em caso afirmativo, qual (is)? \_\_\_\_\_

---

9. No Brasil foi proibido o uso das câmaras de bronzeamento artificial. Você sabe por quê?

não       sim

Em caso afirmativo, quais os motivos? \_\_\_\_\_

---

10. Em 13 de setembro de 1987, aconteceu na cidade de Goiânia – GO, o maior acidente radioativo no Brasil, foi rejeitado cerca de 13.400 toneladas de lixo radioativo,

que foram armazenados em uma montanha artificial revestida por paredes de concreto e chumbo, estima-se que este lixo radioativo oferece risco por aproximadamente 180 anos. Você já ouviu falar sobre *meia vida radioativa*?

não       sim

Em caso afirmativo, você saberia explicar o que significa? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

11. Foi noticiado em janeiro de 2015 que o arroz em Fukushima, Japão, foi aprovado no teste de radioatividade. Você sabe o que isto significa?

não       sim

Em caso afirmativo, você saberia explicar o que significa? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

12. Quais os tipos de radiação você conhece?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

13. Qual (is) a(s) diferença(s) entre raios X, ressonância magnética, ultrassonografia e tomografia?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

14. Circule os aparelhos que utilizam radiação

Forno de micro-ondas	Celular	Telefone celular	Raios X
Telefone sem fio	Computador	Radio	Televisor

15. Você tem interesse de saber sobre o funcionamento dos aparelhos citados nas questões 13 e 14? Justifique:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

16. Relacione os símbolos da primeira coluna com os significados da segunda coluna:

- |     |   |                            |
|-----|---|----------------------------|
| (a) |    | ( ) Risco radioativo       |
| (b) |    | ( ) Perigo de eletrocussão |
| (c) |    | ( ) Risco biológico        |
| (d) |    | ( ) Reciclável             |
| (e) |    | ( ) Radiação não ionizante |
| (f) |  | ( ) Inflamável             |
| (g) |  | ( ) Alimento irradiado     |
| (h) |  | ( ) Substâncias corrosivas |
| (i) |  | ( ) Risco tóxico           |

17. Quais símbolos da questão acima estão relacionados à radiação?

a  b  c  d  e  f  g  h  i

### Gabarito Questionário

Este questionário é parte do trabalho realizado pela mestrandia Graciela Sasso Fiuza, no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, MNPEF, realizado na Universidade Federal do Rio Grande, FURG.

1. Nome: \_\_\_\_\_
2. Idade: \_\_\_\_\_
3. Sexo:  Feminino  Masculino
4. Você sabe o que é radiação?  
 não  sim  
Pode citar exemplos? \_\_\_\_\_
- 

5. Você sabe a diferença entre radiação ionizante e radiação não ionizante?  
 não  sim  
Pode citar exemplos? \_\_\_\_\_
- 

6. Todo tipo de radiação é prejudicial à saúde dos seres vivos (pessoas, animais e plantas)?  
 não  sim  
Pode citar exemplos? **Radiações não ionizantes não são prejudiciais à saúde, um exemplo pode ser a radiação produzida por antenas de rádio, radiações ionizante, desde que sejam controladas também podem não ser prejudiciais.**

7. Já ouviu falar sobre alguma doença causada por radiação?  
 não  sim  
**Em caso afirmativo, qual (is)? Vários tipos de câncer, como o câncer de pele provocado pelo Sol.** \_\_\_\_\_

8. Já ouviu falar sobre benefícios provocados pela radiação?  
 não  sim  
**Em caso afirmativo, qual (is)? Na indústria, no controle de qualidade, em exames radiológicos, na radioterapia, tratamento oncológico.** \_\_\_\_\_

9. No Brasil foi proibido o uso das câmaras de bronzamento artificial. Você sabe por quê?  
 não  sim  
Em caso afirmativo, quais os motivos? \_\_\_\_\_
-

10. Em 13 de setembro de 1987, aconteceu na cidade de Goiânia – GO, o maior acidente radioativo no Brasil, foi rejeitado cerca de 13.400 toneladas de lixo radioativo, que foram armazenados em uma montanha artificial revestida por paredes de concreto e chumbo, estima-se que este lixo radioativo oferece risco por aproximadamente 180 anos. Você já ouviu falar sobre *meia vida radioativa*?

não       sim

Em caso afirmativo, você saberia explicar o que significa? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

11. Foi noticiado em janeiro de 2015 que o arroz em Fukushima, Japão, foi aprovado no teste de radioatividade. Você sabe o que isto significa?

não       sim

Em caso afirmativo, você saberia explicar o que significa? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

12. Quais os tipos de radiação você conhece?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

13. Qual(is) a(s) diferença(s) entre raios X, ressonância magnética, ultrassonografia e tomografia?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

14. Circule os aparelhos que utilizam radiação

Forno de micro-ondas	Celular	Telefone celular	Raios X
Telefone sem fio	Computador	Radio	Televisor

15. Você tem interesse de saber sobre o funcionamento dos aparelhos citados nas questões 13 e 14? Justifique:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

16. Relacione os símbolos da primeira coluna com os significados da segunda coluna:

- |     |   |       |                        |
|-----|---|-------|------------------------|
| (a) |    | ( c ) | Risco radioativo       |
| (b) |    | ( d ) | Perigo de eletrocussão |
| (c) |    | ( e ) | Risco biológico        |
| (d) |    | ( h ) | Reciclável             |
| (e) |   | ( i ) | Radiação não ionizante |
| (f) |  | ( b ) | Inflamável             |
| (g) |  | ( g ) | Alimento irradiado     |
| (h) |  | ( a ) | Substâncias corrosivas |
| (i) |  | ( f ) | Risco tóxico           |

17. Quais símbolos da questão acima estão relacionados à radiação?

- a  b  c  d  e  f  g  h  i

## **Apêndice 1C**

### **Plano de aula 2: Por trás dos textos: Conseguimos ler tudo que está escrito?**

#### **OBJETIVO**

Analisar os conceitos físicos que os alunos identificam ao fazerem a leitura de textos encontrados em revistas e internet.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar os fenômenos relacionados a radiações;
- Verificar qual o entendimento que os estudantes apresentam sobre os fenômenos do seu dia a dia;

#### **PROCEDIMENTO**

Será dividida a turma em grupos de no máximo quatro alunos e entregue textos de revistas e retirados da internet, dá-se preferência para textos editados na época do trabalho. Aos grupos sobre diversos temas que se referem também a radiações, eles deverão realizar a leitura dos textos, e a seguir explicar através da escrita para depois repassar para o grande grupo quais as situações indagadas utilizando as palavras chaves disponibilizadas no parágrafo final para a construção de um texto.

#### **ATIVIDADE**

Os estudantes devem relatar para os colegas os textos que leram e escrever um resumo usando as palavras chaves disponibilizadas no texto entregue pelo educador tentando explicar as situações indagadas pelo texto.

#### **AValiação**

A avaliação será feita com a leitura e correção do texto criado pelos estudantes.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Galileu, Editora Globo,

<http://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Arqueologia/noticia/2015/02/exames-revelam->

[que-estatua-de-mil-anos-abriga-corpo-de-monge.html](#), acesso em 28 de fevereiro de 2015.

Galileu, Editora Globo, <http://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Meio-Ambiente/noticia/2015/02/fukushima-detecta-vazamento-de-agua-radioativa-no-mar-liquido-estaria-indo-para-o-pacifico-desde-abril-do-ano-passado.html>, acesso em 28 de fevereiro de 2015.



**SALÁRIO MÍNIMO**  
 Passados 26 anos do acidente, pouco mais de mil vítimas recebem acompanhamento da Superintendência Leide das Neves, uma instituição batizada em homenagem à vítima mais famosa, que hoje teria 32 anos. O Estado paga a indenização de um salário mínimo mensal para 468 vítimas

# LUZ AZUL RADIOATIVA

**DOIS CATADORES ESPALHARAM CÉSIO 137 POR GOIÂNIA**



**Usado em aparelhos de radioterapia, o césio 137 parece sal de cozinha.**

Com a diferença de que, no escuro, o pó tem um brilho azulado. A garota Leide das Neves, de 6 anos, decidiu que também queria brilhar com as luzes apagadas e ingeriu uma pitada. Leide seria uma das quatro vítimas fatais oficiais da pior tragédia radiológica da história, iniciada em Goiânia, a 13 de setembro de 1987. Os catadores Roberto dos Santos e Wagner Mota encontraram um aparelho de tratamento radiológico na Avenida Paranaíba, onde ficavam os equipamentos abandonados pelo Instituto Goiano de Radioterapia. Os dois levaram a sucata ao dono de ferro-velho Devair Ferreira, que achou uma cápsula contendo 19,26 g de césio 137. Empolgado, Devair exibiu aquele pó, que parecia mágico, para familiares e amigos – incluindo seu irmão Ivo, pai de Leide. Logo todos os envolvidos sentiam náuseas, tonturas, vômitos e diarreia. Ainda se passaram 16 dias até que a esposa de Devair, Maria Gabriela, levasse a cápsula estranha para a vigilância sanitária de Goiânia, que mobilizou uma operação de guerra. Maria seria a segunda vítima fatal do césio – as outras duas foram os funcionários do ferro-velho de Devair.

A Comissão Nacional de Energia Nuclear localizou **110 MIL PESSOAS** com suspeita de contaminação, mais de 10% da população da cidade

**SAIBA MAIS:**  
 FILME: *Césio 137*, direção: Roberto Pires, 1990

O VAZAMENTO PROVOCOU UMA OPERAÇÃO DE GUERRA

Figura 22: Revista Mundo Estranho, Tragédias que abalaram o mundo, 2014, p55

# Qual é a diferença entre raios X e body scanner?

TEXTO | Victor Bianchin

ILUSTRA | Cássio Bittencourt

Uma das principais diferenças é o tipo de onda utilizada em cada aparelho. Os chamados raios X são ondas de maior energia e comprimento muito pequeno, capazes de penetrar no corpo humano. Já o body scanner usa ondas de radiofrequência – como os aparelhos de ressonância magnética – que têm menor energia e comprimento

maior, sendo rebatidas pelo corpo. Essa tecnologia está cada vez mais presente em aeroportos, para a revista de passageiros. Afinal, é uma opção bem mais segura do que os raios X – que só entram em cena para analisar malas e objetos. Devido à sua característica mais invasiva, os raios X emitem uma radiação que fica acumulada no corpo, o que seria um sério

problema para quem anda muito de avião. Apesar de mais seguro, o body scanner não está livre de polêmicas. Como ele cria detalhados modelos 3D dos passageiros – exibindo, por exemplo, seios e genitais –, muita gente tem reclamado. Por isso nos aeroportos americanos é possível optar entre o body scanner e a revista física comum, feita por um guarda.

## O X DA QUESTÃO

No body scanner, ondas são refletidas pelo corpo em vez de atravessá-lo

### RAIOS X

1. O aparelho de raios X emite ondas eletromagnéticas que **atravessam o corpo** da pessoa. Os pontos mais densos, como os ossos, absorvem mais essas ondas do que tecidos como a pele e a gordura



2. Após atravessarem o corpo, as ondas de raios X sensibilizam um **filme fotográfico**. Quando ele é "revelado", as partes densas – que retiveram ondas – aparecem mais brancas na chapa, e o resto do corpo fica com um tom escuro

### BODY SCANNER

1. Na **cabine** de body scanner há transmissores que emitem ondas de radiofrequência. Ao contrário dos raios X, elas não atravessam o corpo humano. Como são maiores, as ondas batem na pessoa e são refletidas de volta, sendo coletadas por vários receptores



ondas de radiofrequência

2. Transmissores e receptores ficam posicionados em duas colunas que giram **360°**, repetindo o escaneamento várias vezes, de diferentes ângulos. Com isso, a imagem final formada é um perfeito modelo em 3D da pessoa escaneada

3. Um funcionário analisa as imagens num **monitor**, que fica numa sala isolada, longe da cabine. O rosto da pessoa é borrado para evitar constrangimentos e, segundo a direção dos aeroportos, as imagens são sempre destruídas após a análise



CONSULTORIA Sérgio Aizen, diretor do centro de diagnóstico por imagem da Unifesp

97

Figura 23: Revista Mundo Estranho, Tragédias que marcaram o mundo, 2014, p.58



# DESERTO RADIOATIVO

A CIDADE VIZINHA A CHERNOBYL SEGUE VAZIA



A União Soviética acabou há 22 anos, mas um de seus legados mais definitivos vai se manter por séculos: a faixa de terra, no centro da Europa, que só pode ser visitada com proteção especial, e apenas por poucas horas. Em seu centro está Pripjat, uma vila construída nos anos 1970, a cerca de 100 km de Kiev, na Ucrânia, para sediar os moradores da mais importante usina nuclear soviética: Chernobyl. A usina tinha problemas graves desde a inauguração do primeiro reator, em 1977, quando recebeu seu nome em homenagem à cidade ucraniana vizinha de mesmo nome. Um acidente já havia acontecido em 1982. O segundo – e último – foi resultado do quinto

ocorrido no reator 4 em 26 de abril de 1986. O desempenho do sistema elétrico de controle precisava ser melhorado, e para tal era necessário desligar alguns mecanismos de segurança. O reator acabou rompendo por inteiro. Lançou no ar 70 toneladas de urânio e 900 toneladas de grafite em chamas, que queimaram por dez dias. Pripjat só foi evacuada no dia seguinte. Os moradores tiveram 40 minutos para recolher suas coisas e não foram informados de que não podiam voltar. A cidade de Chernobyl também foi evacuada. Hoje, abriga um hotel para os turistas selecionados para visitar o local da pior tragédia radioativa já provocada por uma usina nuclear.

BERLIM OCIDENTAL: ALIMENTOS FORAM CONTAMINADOS PELA RADIAÇÃO DE CHERNOBYL

Figura 18: Revista Mundo Estranho, Tragédias que mudaram o mundo, 2014, p.58

AS UCRANIANAS ALLA KOZIMIERKA E OXANA GAIBON FORAM TRATADAS EM CUBA



As aves nativas da região têm cérebro

**100 MIL KM<sup>2</sup>** de terras nos arredores se tornaram inabitáveis

**5%** menor do que o normal

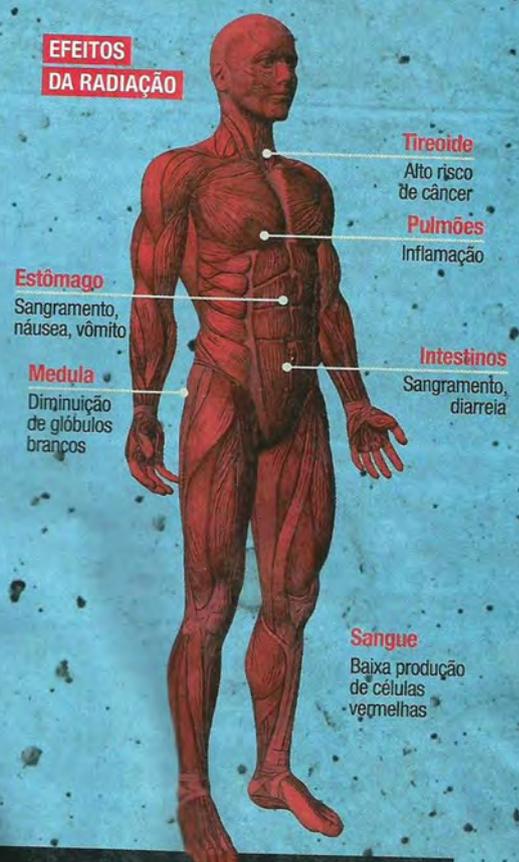


TÉCNICO SOVIÉTICO MEDINDO O NÍVEL DE RADIAÇÃO NO NORTE DA UCRÂNIA

FOTOS: AP/WIDEWORLD; KOSTERMEIER (BERLIM); AFP/ ADALBERTO ROQUE (BOGOTÁ); E WILSON POPEL DE TOLEDO (UCRÂNIA) / ILUSTRAÇÃO: SHUTTERSTOCK

SAIBA MAIS  
SITE: [www.chernobylmuseum.kiev.ua](http://www.chernobylmuseum.kiev.ua)

**EFEITOS DA RADIAÇÃO**



- Tireoide**  
Alto risco de câncer
- Pulmões**  
Inflamação
- Intestinos**  
Sangramento, diarreia
- Sangue**  
Baixa produção de células vermelhas
- Estômago**  
Sangramento, náusea, vômito
- Medula**  
Diminuição de glóbulos brancos

**OUTROS ACIDENTES NUCLEARES**

**KYSHTYM**  
União Soviética, 29/9/1957  
Antes que um vazamento da usina de Mayak emitisse uma nuvem tóxica, a usina já descartava resíduos nucleares no rio da cidade.

**WINDSCALE**  
Inglaterra, 10/10/1957  
Um reator nuclear pegou fogo por três dias. Nenhuma cidade próxima foi evacuada e foram registrados casos de câncer na tireoide.

**THREE MILE ISLAND**  
Estados Unidos, 28/3/1979  
As bombas de água da usina falharam. Não houve vítimas, mas toda a política norte-americana para usinas nucleares foi revista.

**TOKAIMURA**  
Japão, 30/9/1999  
Seis meses depois de uma explosão, o vazamento de urânio matou duas pessoas e provocou o mais grave acidente até Fukushima, em 2011.

59

Figura 24: Revista Mundo Estranho, Tragédias que mudaram o mundo, 2014, p.59

Fukushima detecta vazamento de água radioativa - líquido está indo para o Pacífico desde abril de 2014

### 3.3.1.1 Água vinda da chuva passou por instalações contaminadas da usina e desembocou no Pacífico

#### A USINA DE FUKUSHIMA

A operadora responsável pela usina nuclear de Fukushima, no Japão, detectou um novo vazamento de água radioativa através da tubulação de drenagem de um dos reatores. O líquido teria chegado ao mar e está vazando desde o mês de abril do ano passado, segundo um comunicado divulgado pela imprensa japonesa.

A proprietária da usina, a [Tokyo Electric Power Company \(Tepco\)](#), anunciou a descoberta de um reservatório de água altamente radioativa acumulada sobre teto do reator número 2. O líquido continha 29,4 mil becqueréis por litro de césio radioativo e 52 mil de estrôncio e outras substâncias emissoras de raios beta.

Esta água procedente das chuvas e contaminada pelos resíduos radioativos emanados do reator teria vazado pelos canais de drenagem do edifício, que desembocam no píer da central e no Oceano Pacífico, explicou a operadora.

Em abril do ano passado, a Tepco detectou a acumulação de água sobre o teto do reator, assim como um aumento dos níveis de radiação nos dutos de drenagem cada vez que chovia, segundo declarações de responsáveis da usina divulgadas hoje pela emissora estatal "NHK".

**A companhia decidiu não tomar medidas, nem tornar público o problema até agora, por não contar com os resultados das análises sobre os níveis de radioatividade do líquido acumulado.**

**Leia** [também:](#)  
>> [12 razões para não confiar na Tepco](#)  
>> [Casos de câncer de tireoide são detectados em jovens de Fukushima](#)

Para controlar os vazamentos, a Tepco anunciou a instalação de sacos de areia sobre o teto do reator e o fechamento dos canais de drenagem que desembocam no mar, medidas que devem estar prontas até o final de março.

Além disso, a operadora afirmou que não registrou um aumento dos níveis de radioatividade nas águas marinhas próximas da central.

A notícia foi veiculada dois dias depois que a Tepco detectou outro possível vazamento de água altamente radioativa no mar por um dos canais de drenagem da usina.

A Tepco decidiu fechar essa tubulação e extrair a água contaminada com uma bomba para evitar que chegasse ao mar, mas suspeita que "poderia haver um vazamento nos píeres", segundo a operadora.

**A associação de pescadores de Fukushima expressou sua preocupação com os últimos incidentes que podem afetar "sua confiança" na Tepco,** disse o responsável da organização, Masakazu Yabuki.

O líder da associação acrescentou que a decisão de aceitar os despejos controlados de água com baixa radioatividade da usina no mar poderia ser reconsiderada, em declarações à "NHK".

## **Exames revelam que estátua de mil anos abriga corpo de monge**

Endoscopia mostrou que órgãos vitais foram substituídos por papéis cobertos em escrita chinesa



O MONGE (FOTO: MUSEU DE DRENTS)

Uma estátua de Buda, com idade estimada de mil anos, revelou ter um monge mumificado em seu interior. Pesquisadores do Museu Drents, na Holanda, fizeram a descoberta no ano passado - e agora endoscopias mostraram que os órgãos vitais da múmia foram substituídos por papéis cobertos com palavras em Chinês.

Acredita-se que o monge budista seja um mestre conhecido como 'Liquian', da Escola Chinesa de Meditação. Muitos desses monges não são considerados mortos, mas sim 'em estado de meditação'. 24 casos como esse já foram descobertos, o mais recente no mês passado, quando um corpo de 200 anos foi encontrado na posição de lótus.

Os monges tentam se 'auto-mumificar' fazendo uma dieta de mil dias apenas de nozes, sementes e frutas, enquanto se exercitam intensamente para livrar seus corpos de toda a gordura. Depois desses primeiros mil dias, os monges passam por uma dieta de raízes e chás tóxicos, que tem o objetivo de preservar o corpo e expelir parasitas. Depois dessas fases completas (elas duram cinco anos e meio), o monge é trancado na posição de lótus em uma tumba de pedra, com um pequeno tubo pelo qual respirar. Eles sinalizariam que estão vivos tocando um sino.

Assim que o sino para de tocar, outros mil dias são tocados e a tumba é aberta para que outros monges verifiquem se o corpo está mumificado. Se sim, considera-se que o monge atingiu um estado de graça suprema e é colocado em exposição em templos.

A múmia será exibida no Museu Húngaro de História Natural a partir de maio.

Via [Business Insider](#)

## **Apêndice 1D**

### **Plano de aula 3: Aula introdutória sobre o espectro eletromagnético**

#### **OBJETIVO**

Conceituar e diferenciar o espectro eletromagnético e distinguir radiações ionizantes e não ionizantes.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Conceituar ondas;
- Diferenciar ondas mecânicas de ondas eletromagnéticas;
- Diferenciar radiações ionizantes de radiações não ionizantes;
- Realizar exercícios utilizando equações matemáticas;
- Constatar que relações os alunos fazem sobre o assunto estudado e seu cotidiano;

#### **PROCEDIMENTO**

A atividade será através de uma aula expositiva utilizando recursos visuais (apresentação em Power point, feita por mim e vídeo retirado da internet), depois será entregue um material impresso, parte da dissertação de mestrado da Michely Prestes e será utilizado o livro didático e execução de exercícios. A atividade está ligada com os conteúdos previstos para trabalhar com a turma neste trimestre.

#### **AVALIAÇÃO**

A avaliação será feita através da participação oral e escrita dos alunos e será estendida durante o trimestre.

#### **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

[Prestes, 2008] PRESTES, M., O ensino de física das radiações: contribuições da educação ambiental, Mestrado, FURG, 2008, p.

Texto abaixo é parte do texto elaborado pela pesquisadora Michely Prestes, citada na bibliografia.

## **Apêndice 1E**

### **Plano de aula 4 - Muito além das radiações: Conversando com a Liga Feminina de Combate ao Câncer de Cruz Alta**

#### **OBJETIVO GERAL**

Transversalizar a temática das radiações no contexto da saúde e inserir os educandos em práticas sociais e solidárias.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Conhecer o trabalho da Ong na cidade de Cruz Alta;
- Palestra com representantes da ONG Liga Feminina de Combate ao Câncer de Cruz Alta
- Lançar a atividade de arrecadação de alimentos para os pacientes e seus familiares, buscando incentivar ações solidárias;
- Compreender que as radiações ionizantes podem ser utilizadas de maneira a beneficiar os seres humanos;
- Tornar os educandos multiplicadores de informações a respeito da prevenção ao câncer para outras turmas da escola e para a comunidade.

#### **PROCEDIMENTOS**

Inicialmente realizou-se uma visita no local de funcionamento da Liga Feminina de Combate ao Câncer de Cruz Alta, para realizar uma conversa e explicar o propósito do trabalho e saber como a Liga procede com os seus assistidos. Na sequência foi solicitada uma palestra na escola para os educandos, com algumas voluntárias e pacientes assistidos. Foi solicitada pela Liga uma nova visita para que fosse organizado e estabelecido pelas voluntárias as que poderia ser trabalhado na palestra. Foi realizada uma segunda visita ao local de funcionamento da Liga e ficou acordado que algumas voluntárias iriam palestras sobre prevenção do câncer e relatar o trabalho realizado pela ONG. Após esta segunda visita ao local de funcionamento da Ong, foi percebida o número de pessoas que vão até o local para pedir auxilia assistencial, seja este, em forma de alimentos, medicação, consultas e esclarecimento, foi pensado no grupo como

poderíamos auxiliar e surgiu a ideia de arrecadar alimentos, unindo esta atividade com o Dia da Solidariedade que as escolas promovem anualmente, geralmente no mês de maio.

Os alunos da terceira série do ensino médio ficaram encarregados de divulgar as informações que receberam na palestra e com isso sensibilizar os demais educandos a buscarem realizar uma atividade para amenizar o sofrimento destas pessoas que são assistidas pela Ong.

### **AVALIAÇÃO**

A avaliação será realizada através da participação do grupo na palestra, na atividade de repassar informações para as outras turmas coleta de alimentos.

### **OBSERVAÇÕES:**

Esta atividade também foi apresentada e avaliada pela disciplina de Filosofia e Sociologia.

## **Apêndice 1F**

### **Plano de aula 5 - Socializando novos conhecimentos e ações solidárias.**

#### **OBJETIVO**

Compartilhar as atividades realizadas após a palestra da Ong Liga Feminina de Combate ao Câncer.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Motivar ações solidárias entre os alunos;
- Buscar alternativas para amenizar problemas sociais;

#### **PROCEDIMENTO**

Dando continuidade ao plano de aula 4, foi posto em prática, arrecadação de alimentos, explanação para as turmas da escola a respeito da prevenção de câncer.

#### **ATIVIDADE**

A atividade proposta consta de sete questões relacionadas ao vídeo onde o estudante deverá respondê-las em dupla a fim de promover uma discussão a partir dos conceitos trabalhados pelo vídeo.

#### **RECURSOS**

- Data show
- *Notebook*

#### **AValiação**

A avaliação será feita com a correção das questões, que se dará quando os estudantes responderem em voz alta para toda a turma, a resposta de suas questões. Desta forma se dará uma grande discussão em cima dos temas abordados pelo tema.

## **Apêndice G**

### **Plano de aula 6 - Usinas nucleares e vazamento radioativo: quando o homem subestima a radiação ionizante.**

#### **OBJETIVO**

Desenvolver uma apresentação sobre o tema sorteado e posteriormente retomar os conceitos e informações principais.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Retomar os conceitos físicos apresentados anteriormente;
- Incentivar a pesquisa por parte dos educandos;
- Motivar a troca de informações e o uso das tecnologias.

#### **PROCEDIMENTOS**

Dividir a turma em grupos e temas para que estes apresentem através de recursos áudio visuais, para o grande grupo os seguintes temas:

- Bombas atômicas;
- Vazamento de material radioativo em Chernobyl;
- Acidente radioativo em Goiânia;
- Desastre radioativo em Fukushima.

#### **RECURSOS**

Utilização de recursos áudio visual.

#### **AVALIAÇÃO**

Serão avaliados os recursos utilizados na pesquisa, as fontes bibliográficas, a preparação dos componentes.

## **Apêndice 1H**

### **Plano de aula 7 – Revisando conceitos e histórico dos átomos e introduzindo o conceito e histórico da eletricidade.**

#### **OBJETIVO GERAL**

Reforçar a concepção de átomo e introduzir o conceito de eletricidade.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Descrever a estrutura dos átomos;

Trabalhar de forma multidisciplinar;

Introduzir os estudos sobre eletricidade e relacionar com as radiações.

#### **PROCEDIMENTOS**

Através de uma aula introdutória retomar os conceitos de átomo e introduzir os conceitos de eletricidade buscando relacionar com os conceitos de radiação e quantidade de energia.

## **Apêndice 11**

### **Plano de aula 8 – Radiações ionizantes e não ionizantes, a visão de uma física médica. Palestra com a Professora Dra. Aline Guerra Dytz**

#### **OBJETIVO**

Observar através da fala de uma profissional da área os vários aspectos a serem analisados a respeito do tema radiações.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Compartilhar informações;
- Obter informações através de outras fontes;
- Familiarizar com outras profissões;
- Incentivar a pesquisa;
- Motivar o trabalho em grupo;

#### **PROCEDIMENTO**

A análise se dará por comparação e buscará verificar se houve alteração nas respostas de maneira a verificar se houve uma aprendizagem significativa após a aplicação do produto.

## **Apêndice 1J**

### **Plano de aula 9 – Desmistificando a radiação ionizante: A vilã também pode ser mocinha**

#### **OBJETIVO**

Desmistificar a radiação ionizante, produzindo pesquisa para os benefícios de quando utilizada de maneira controlada.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Socializar a pesquisa e com isso compartilhar informações;

Incentivar a pesquisa;

Motivar o trabalho em grupo;

#### **PROCEDIMENTO**

A análise se dará por comparação e buscará verificar se houve alteração nas respostas de maneira a verificar se houve uma aprendizagem significativa após a aplicação do produto.

## **Apêndice 1 L**

### **Plano de aula 10 – Comparando resultados:**

#### **Analisando o produto**

##### **OBJETIVO**

Aplicar novamente o questionário e comparar resultados.

Socializar as aprendizagens.

##### **PROCEDIMENTO**

A análise se dará por comparação e buscará verificar se houve alteração nas respostas de maneira a verificar se houve uma aprendizagem significativa após a aplicação do produto.

## **2.6 Física das Radiações**

As radiações fazem parte do nosso mundo desde a sua criação. No início, as elevadas taxas de exposição a estas radiações eram “incompatíveis com a vida” e, com o passar do tempo, os “átomos radioativos foram evoluindo para configurações cada vez mais estáveis com a liberação do excesso de energia” (NOUAILHETAS, 2003, p.3).

Através da produção do conhecimento científico, esta forma de energia vem sendo utilizada em diversas tecnologias beneficiando a sociedade, quando utilizada com os cuidados necessários. Mas, para grande parte da população as propriedades das radiações são desconhecidas, visto suas características peculiares, principalmente porque, a radiação ionizante, é “invisível, inaudível, inodora, insípida e intocável” pelo ser humano, sem o uso de equipamentos especiais, ela “pode ser considerada o verdadeiro fantasma da era moderna” (OKUNO, 1988, p.41).

### **2.6.1 Estrutura da matéria**

De acordo com a estrutura da matéria, todos os corpos existentes no universo são resultados da combinação de átomos de diferentes elementos químicos que, por sua vez, constituem as moléculas que organizadas integram sistemas cada vez mais complexos.

Os átomos são compostos por partículas menores onde, no seu núcleo, localizam-se os prótons com carga elétrica positiva e os nêutrons sem carga elétrica

e, ao redor do núcleo, em camadas, estão distribuídos os elétrons com carga elétrica negativa. Em função destas combinações, os átomos adquirem propriedades bem definidas, que permitem identificar cada um dos elementos químicos cujos símbolos estão dispostos na tabela periódica.

A relação entre as cargas positivas e negativas resulta na estrutura eletricamente estável do átomo. Cada elemento tem um número específico de prótons no núcleo, mas o número de nêutrons pode variar, são os chamados "isótopos" (OKUNO, 1988, p.14).

O isótopo que estiver numa configuração instável, com muita energia proveniente do excesso de prótons ou de nêutrons, é considerado um radioisótopo, ou seja, um isótopo radioativo que emitirá radiação nuclear para atingir uma estrutura estável de energia. As radiações também podem ser produzidas por fontes artificiais, por exemplo, o tubo de RX que será discutido no capítulo 2, seção 2.6.3.6.

Conceitualmente, então podemos dizer que, a radiação é o transporte de "energia emitida por uma fonte, e que se propaga de um ponto a outro sob a forma de partículas com ou sem carga elétrica, ou ainda sob a forma de ondas eletromagnéticas, no espaço ou em um meio material qualquer" (SCAFF, 2002, p.10).

Na busca pela estabilidade, conforme a figura abaixo, o átomo pode liberar o excesso de energia através das radiações alfa, beta e da radiação gama.



Figura 01 – Núcleos estáveis e instáveis com a liberação do excesso de energia.

Fonte: <http://www.cnem.gov.br/ensino/apostilas/radio.pdf>

A radiação alfa ou partícula alfa ( $\alpha$ ), emitida pelo núcleo, é constituída por dois prótons e dois nêutrons, formando um núcleo de hélio ( ${}^4\text{He}$ ) com carga elétrica positiva. A radiação beta ou partícula beta ( $\beta$ ), outra forma de estabilização, pode ocorrer através da emissão de uma partícula beta negativa ( $\beta^-$ ), um elétron, resultante da conversão de um nêutron em um próton. E, no caso de existir excesso de cargas positivas, prótons, é emitida uma partícula beta positiva ( $\beta^+$ ), chamada pósitron, resultante da conversão de um próton em um nêutron.

Geralmente, após a emissão de uma partícula alfa ( $\alpha$ ) ou beta ( $\beta$ ), o núcleo resultante desse processo, ainda com excesso de energia, procura estabilizar-se, emitindo esse excesso em forma de radiação gama ( $\gamma$ ) que, diferentemente das partículas alfa e beta, são ondas eletromagnéticas que não possuem carga elétrica e massa.

### 2.6.2 Radiações Eletromagnéticas

Uma carga elétrica quando colocada em oscilação, acelerada ou desacelerada, emite uma onda eletromagnética, isto é, "campos elétricos (E) e campos magnéticos (B) oscilantes perpendiculares entre si, que se propagam no vácuo com velocidade constante, igual a espaço 300.000 km/s", que é a velocidade da luz, para qualquer valor de sua energia. A radiação, sob a forma de ondas eletromagnéticas, "transporta energia ao se propagar e quando encontra objetos pode transferir energia a eles" (OKUNO et al., 2005, p.8).

As ondas eletromagnéticas diferem entre si pelo valor do comprimento de onda e da frequência, desta forma cada onda recebe uma denominação especial.

O comprimento de onda, usualmente representado pela letra grega  $\lambda$  (lambda), é a "distância entre a crista de uma onda e a crista da próxima onda" (SCAFF, 2002, p.12).

Então, o  $\lambda$  representa a distância entre duas cristas, pontos que estão em seu afastamento máximo para cima, ou entre dois vales, pontos que se encontram em afastamento máximo para baixo. Para medir o comprimento de onda da radiação é usada a "unidade nanômetros, abreviada nm, onde:  $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$ " (OKUNO et al., 2005, p.10).

Scaff (Ibid., p.12) também define que, a frequência ( $\nu$ ) "é o número de vibrações executadas pela onda, a cada segundo". O valor da frequência é sempre

igual à frequência da fonte que deu origem à onda e sua unidade no SI (sistema internacional) é chamada de Hertz (Hz), em homenagem ao cientista alemão Heinrich Hertz que demonstrou a existência das ondas de rádio, "onde 1 Hz = 1 vibração por segundo" (SCAFF, 2002, p.12).

A energia de uma onda eletromagnética é "diretamente proporcional à frequência da onda", ou seja, quanto maior a frequência da onda maior será sua energia (OKUNO, 1988, p.17). Porém, o comprimento de onda é inversamente proporcional à energia da onda, de forma que a distância entre duas cristas adjacentes diminui à medida que a frequência da onda aumenta o que pode ser demonstrado na figura abaixo.

### 2.6.3 Espectro Eletromagnético

Atualmente, são conhecidos vários tipos de ondas eletromagnéticas geradas por cargas elétricas em oscilação, ou seja, todas essas ondas têm a mesma natureza.

O espectro eletromagnético corresponde ao conjunto dessas radiações que devido às diferentes frequências possuem denominações específicas e ocupam uma determinada posição ou seqüência.

Das radiações que fazem parte do espectro eletromagnético, "a radiação infravermelha foi a primeira a ser descoberta, em 1880, depois da luz. A seguir foram descobertas a radiação ultravioleta, em 1881, as ondas de rádio, em 1888, a radiação X, em 1895, a radiação gama, em 1900, e as microondas, em 1932" (OKUNO et al, 2005, p.9).

A figura 02 representa o espectro eletromagnético com as faixas de frequência, dispostas em sua ordem crescente, onde começam pelas ondas de rádio e terminam nos raios gama, e os respectivos valores dos comprimentos de onda.

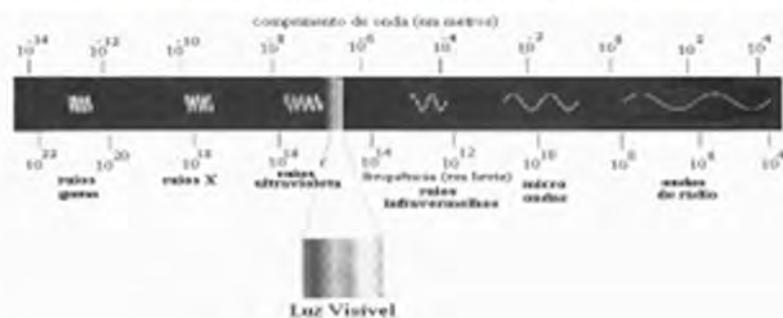


Figura 02 – Frequência e comprimento de onda das radiações.

Fonte: <http://educar.sc.usp/biotica/espectro.gif>

Importante ressaltar que, durante o desenvolvimento desta pesquisa, foi aplicada uma unidade de aprendizagem, envolvendo atividades, que abordaram os raios ultravioletas, os raios-X e os raios gama. Seria interessante, neste trabalho, desenvolver atividades abrangendo todas as radiações que compõem o espectro eletromagnético, porém não foi possível visto a indisponibilidade de tempo e os objetivos principais.

Na próxima seção, vamos apresentar algumas características e aplicações das radiações que compõem o espectro eletromagnético, de forma que nosso foco principal são as radiações que fizeram parte da unidade de aprendizagem.

#### 2.6.3.1 Ondas de Rádio

Ondas de rádio é a denominação dada às ondas eletromagnéticas com frequências muito pequenas. As ondas de rádio são geradas pela "passagem de corrente elétrica alternada por um condutor, que se propagam através de antenas e, sintonizando um rádio receptor, numa determinada, frequência é possível receber um sinal específico" (SCAFF, 2002, p.21). Estes osciladores eletrônicos são instalados, geralmente, em um lugar alto, para atingir uma maior região.

De acordo com a figura 02, a frequência das ondas de rádio é menor que 300 MHz onde, M (mega) =  $10^6$ , e apresentam comprimentos de ondas maiores que 1 m.

Estas ondas são utilizadas principalmente em telecomunicação incluindo as estações de TV, rádios de ondas curtas, telefones celulares, telefones sem fio e as próprias bandas de rádios AM e FM.

#### 2.6.3.2 Microondas

As microondas apresentam frequências maiores que as de radiotransmissão, estando, neste caso, compreendidas entre 300 GHz a 300 MHz, onde G (giga) =  $10^9$  e apresentam comprimentos de ondas maiores entre 1 mm (milímetro) e 1 m (metro).

Essa faixa de radiação é muito utilizada para funcionamento de um radar, "equipamento que emite radiação eletromagnética e detecta, de volta, a radiação refletida por um objeto, permitindo obter informações do tamanho, distância, velocidade, etc. desse objeto" (SCAFF, 2002, p.26). Os principais tipos de radares servem para a detecção de aeronaves em voo no controle do tráfego aéreo; para uso

militar; para abrir e fechar portas automáticas e para a detecção de velocidades de veículos.

Outra importante aplicação dessa radiação são os fornos de microondas, utilizados nas nossas cozinhas, para aquecer e cozinhar os alimentos. Conforme Scaff (2002, p.28), as ondas com este comprimento "são absorvidas pela água, gordura e pelos açúcares, e convertidas em movimento das moléculas, causando o calor".

### 2.6.3.3 Infravermelho

São ondas eletromagnéticas com frequências superiores às microondas e inferiores à da luz vermelha, corresponde as oscilações de 300 GHz a 400 THz onde, T (tera) =  $10^{12}$  e P (peta) =  $10^{15}$ , apresentam comprimentos de ondas entre 1mm e 780 nm.

Embora invisível, a radiação infravermelha pode ser percebida por suas propriedades de aquecimento, pois ao interagir com a matéria, provoca vibrações das moléculas resultando no aumento de temperatura do sistema.

Essa radiação é emitida por qualquer objeto, a uma determinada temperatura, sendo a emissão tanto mais intensa quanto mais quente estiver o objeto. Assim, de acordo com Scaff (2002, p.37), também é conhecida por "radiação de calor".

A radiação infravermelha (RIV) é dividida em três faixas espectrais, que diferem entre si, de acordo com a frequência e, conseqüentemente, promovem diferentes efeitos na absorção pela matéria. A autora Okuno (et al., 2005, p.12) apresenta as subdivisões da RIV de acordo as frequências e os comprimentos, respectivamente, onde:

- IVA próximo da luz visível (385 THz – 214 THz) e (780 nm – 1,4  $\mu$ m);
- IVB médio (214 THz – 100 THz) e (1,4  $\mu$ m – 3,0  $\mu$ m);
- IVC distante da luz visível (100 THz – 300 GHz) e (3,0  $\mu$ m – 1 mm);

Em nosso cotidiano é comum o uso do infravermelho, por exemplo, em controle remotos, que são aparelhos usados para controlarmos, a uma certa distância, equipamentos como televisores, sistemas de som. São também usados em portas automáticas como a dos elevadores, portas de automóveis, alarmes, binóculos e câmeras de visualização noturna, além do uso na medicina em tratamentos de fisioterapia, onde o aquecimento dos músculos e tecidos contundidos faz aumentar a circulação, reduzindo o tempo de recuperação das lesões.

### 2.6.3.4 Luz Visível

A luz visível, também conhecida por radiação visível, corresponde à parte do espectro eletromagnético com frequências menores que os raios ultravioletas e maiores que os raios infravermelhos. Desta forma, respectivamente, apresenta aproximadamente a faixa dos 700 THz aos 400 THz.

Essa radiação é capaz de estimular nossa visão, ou seja, ao incidir no olho humano provoca estímulos, onde é possível definir os objetos e as cores. Os outros tipos de radiação não sensibilizam nosso sistema visual, assim se tornam invisíveis.

As diversas cores, que fazem parte do conjunto da luz visível, são diferenciadas de acordo com sua frequência e, quando todas estão juntas, formam o espectro da luz branca, por exemplo, a luz emitida pelo sol.

No espectro eletromagnético, conforme a figura abaixo, as cores apresentam-se dispostas, de acordo com o valor crescente da frequência, na seguinte ordem: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul e violeta.

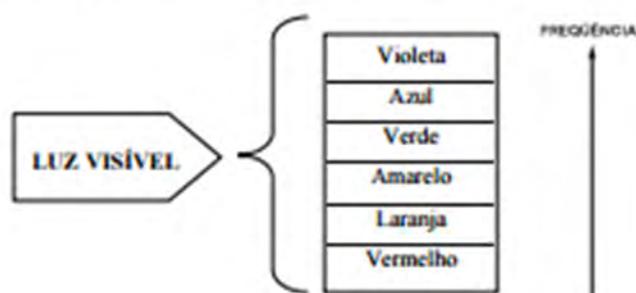


Figura 03 – Espectro da luz visível com valores crescente de frequência.

Portanto, a cor vermelha corresponde à menor frequência visível e a cor violeta, à maior dessas frequências.

### 2.6.3.5 Raios Ultravioletas

A radiação ultravioleta (RUV) está localizada no espectro eletromagnético logo após a luz visível, mais precisamente após a luz violeta, e subdivide-se em três intervalos: UVA, UVB, UVC.

Os intervalos da RUV se diferenciam de acordo com a frequência e com o comprimento de onda onde, respectivamente, segundo as autoras Okuno & Vilela (2005, p.12), assumem os seguintes valores:

- UVC (3 PHz – 1,07 PHz) e (100 nm – 280 nm)
- UVB (1,07 PHz – 0,952 PHz) e (280 nm – 315 nm)
- UVA (0,952 PHz – 0,75 PHz) e (315 nm – 400 nm)

Conforme a mesma autora (Ibid., p.12), a radiação UVC, também conhecida como “radiação germicida por ser capaz de destruir germes”, é a que tem maior frequência e menor comprimento de onda, portanto é a faixa mais energética. Mas, esta radiação é absorvida pela camada de ozônio e não atingem a Terra.

A radiação UVB, também conhecida como “conhecida por luz erimatogênica por causar eritema que é a queimadura da pele”, penetra superficialmente a pele e é o principal responsável pelas alterações celulares que predisõem ao câncer de pele, sua incidência aumenta muito no verão, especialmente nos horários entre 10 e 16 horas.

A radiação UVA, também chamada de “luz negra por apresentar um efeito fluorescente em objetos brancos”, apresenta a menor frequência e, conseqüentemente, o maior comprimento de onda, ocupando a maior parte do espectro ultravioleta (OKUNO et al., 2005, p.20). A radiação UVA é praticamente constante durante todo o ano e ao longo do dia, atingindo a pele com a mesma intensidade, tanto no inverno quanto no verão, sendo responsável pelo envelhecimento precoce e também pelo surgimento do câncer de pele.

O Sol que “emite energia em, praticamente, todos os comprimentos de onda do espectro eletromagnético” é a principal fonte natural radiação ultravioleta, correspondendo a “7% dessa energia” (CPTEC/INPE). As fontes artificiais mais comuns são as lâmpadas de mercúrio que “são usadas, por exemplo, em hospitais, para fins de esterilização, ou ainda em clínicas de bronzamento artificial” (OKUNO et al., 2005, p.34).

Diariamente estamos em contato com a radiação solar e algumas pessoas, devido as suas atividades profissionais, se expõem por longos períodos, assim como outras se expõem por lazer ou mesmo com o único propósito de bronzear-se.

A RUV pode apresentar efeitos benéficos no tratamento de doenças como “lupus vulgaris, uma espécie de tuberculose da pele, úlcera varicosa, feridas de difícil cura” (OKUNO et al., 2005, p. 4), psoríase, vitiligo e também ajuda na síntese da

vitamina D<sub>2</sub>. No entanto, pode causar graves prejuízos à saúde se o nível de RUV "exceder os limites a partir dos quais os mecanismos de defesa, inerentes a cada espécie, se tornam ineficazes" (VANICEK et al., 2000, p.5).

Diversos efeitos nocivos podem ser causados pelo excesso de exposição à radiação solar UV, e as reações na pele humana podem ser classificadas como agudas, também conhecidas por efeito imediato, ou crônicas, também conhecidas por efeito tardio. As reações agudas são as que ocorrem imediatamente após a exposição ao Sol como: queimaduras e bronzeamento. Enquanto que as reações crônicas se desenvolvem em longo prazo, devido ao efeito cumulativo da radiação durante a vida, causando a catarata, o envelhecimento cutâneo e as alterações celulares que, através de mutações genéticas, predis põem ao câncer da pele.

Esses raios, por apresentarem danos à saúde, têm sido alvo de muita pesquisa por órgãos como a Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD), o Instituto Nacional de Câncer (INCA), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) entre outros, no intuito de alertar a população e promover, através de campanhas educativas, a prevenção do câncer de pele. Mas, essas iniciativas, veiculadas através da mídia, não estão sendo suficientes, pois a cada ano aumenta o número de novos casos de doenças da pele.

Segundo a Sociedade Brasileira de Dermatologia, na campanha nacional de combate ao câncer, realizada gratuitamente em novembro de 2007, foram examinadas "em todo o Brasil 31.429 pessoas", onde foi revelado que "10% dos pacientes estavam com algum tipo de câncer de pele e que 67,7% dos brasileiros se expõem ao Sol sem proteção". Neste grupo, foi constatado que "apesar de as mulheres terem comparecido em maior número (62,5%), foram os homens que mais receberam o diagnóstico de câncer de pele (13,1% para 8,1% das mulheres)".

Esta campanha, em sua nona edição, aconteceu em 23 estados brasileiros e, no Estado do Rio Grande do Sul, foram atendidos "1.893 pacientes, dos quais 37% eram homens e 63% mulheres". Mesmo neste estado, predominando uma população de "pele branca (86,9%)" e, portanto, mais vulnerável à influência da RUV, o que demanda maiores cuidados, os dados da SBD mostram que apenas "35,9% dos pacientes examinados usam proteção ao se expor ao Sol, enquanto que 58,7% ainda não possuem este hábito e, 5,4% não se expõem ao Sol".

Ainda nesta perspectiva, as estimativas para o ano de 2008, válidas também para o ano de 2009, apontam que ocorrerão 466.730 novos casos de câncer no Brasil

onde, são esperados "115 mil casos novos para o câncer de pele, do tipo não melanoma onde, 55.890 entre homens e de 59.120 nas mulheres" INCA, 2007, p.37). Esses valores correspondem a um risco estimado de "59 casos novos a cada 100 mil homens e de 61 para cada 100 mil mulheres" (Ibid., p.37).

Estes dados evidenciam que o câncer de pele, do tipo não melanoma, ou seja, um tipo de carcinoma menos agressivo que não tem origem nos melanócitos (células produtoras de melanina, substância que determina a cor da pele) será o mais incidente na população brasileira, predominando na região Sul.

Enfatizamos que um dos principais fatores de risco para o surgimento de doenças de pele, incluindo todos os tipos de câncer, ocorre devido à exposição excessiva a RUV do Sol. Diante desta realidade, é necessário ampliar o desenvolvimento de ações preventivas, buscando uma educação em saúde, o que requer iniciativas simples como: auto-exame da pele; detecção precoce de novas manchas e sinais; evitar a RUV principalmente no período das 10h às 16h, quando a incidência dos raios solares é maior na Terra; estar atento ao índice UV, que é uma medida diária da intensidade da radiação; utilizar proteção como chapéu, guarda-sol, óculos com lentes que impedem a passagem da RUV e filtros solares. E, no momento em que for percebida qualquer mudança na pele, deve-se procurar um dermatologista, pois as alterações, quando detectadas em estágios iniciais, são mais susceptíveis à cura.

Porém, estas atitudes, de prevenção e detecção precoce, exigem da população um conhecimento básico sobre a RUV e consciência para colocar em prática estes conhecimentos, o que muitas vezes não ocorre. Os meios de comunicação, no que se refere à divulgação de informações sobre a RUV e sua influência sobre o câncer de pele, têm sido um grande aliado da população, pois desenvolvem um papel muito importante alertando a sociedade.

De maneira satisfatória, foi constatada na campanha nacional de controle do câncer da pele da SBD, em 2007, que a população do Estado do Rio Grande do Sul foi motivada a procurar o programa para fazer o exame, principalmente através dos meios de comunicação, como segue na tabela abaixo:

<b>O que motivou o exame</b>		
TV	730	37,6%
Rádio	264	13,6%
Cartaz / Panfleto	111	5,7%
Palestras	9	0,5%
Jornal	319	16,4%
Amigos/ Vizinhos/ Família	275	14,1%
Outros	236	12,1%
<b>Total</b>	<b>1944</b>	<b>100,0%</b>

Nota: Os 1.893 pacientes podiam citar mais que 1 motivo.

Tabela 01 – Índices motivadores da população.

Fonte: <http://www.sbd.org.br/publico/cancer/estatisticas.aspx>

A televisão (TV) e o jornal são apontados como os principais incentivadores da população e, logo após, em terceiro lugar, aparecem os amigos, vizinhos e família, totalizando 68,1%.

Mas, é preciso estar atento para as informações veiculadas na mídia, em relação à divulgação da RUV, visto que estas são mais expressivas no Verão, o que pode nos induzir equivocadamente a compreender que nas outras estações do ano a exposição ao Sol, sem a devida precaução, não causa danos à pele e, como mencionado anteriormente a RUV é constante em todo ano.

Atualmente, os meios de comunicação como TV, rádio, jornal, internet entre outros, são de fácil acesso para grande parte da população e levam informações diárias de maneira rápida aos lugares mais distantes dos grandes centros. Estes meios de educação informal são importantes, mas não desenvolvem uma sistematização dos conceitos que fazem parte das notícias.

Com a necessidade de novas perspectivas para conscientizar a população contra os efeitos nocivos da RUV proveniente do Sol e de fontes artificiais, é necessário o envolvimento de outros setores, como as instituições de ensino que, no âmbito escolar, são as responsáveis pela sistematização dos conceitos, pelo desenvolvimento do conhecimento científico, com atividades didáticas. Este diferencial pode contribuir significativamente e se refletir em atitudes mais coerentes para uma vida saudável.

A escola deve auxiliar os educandos a reconhecer os mitos e as verdades sobre as radiações, pois somos bombardeados por diversas informações que podem acabar nos prejudicando. Por exemplo, para muitas pessoas, estar bronzeado é sinal de saúde e de beleza, enquanto que na verdade o bronzeamento é uma defesa do organismo que, com o "aumento da pigmentação da pele, devido as alterações nos melanócitos, células que produzem a melanina, pela exposição à RUV", vai se preparando contra futuros danos biológicos causados pela RUV (OKUNO et al., 2005, p.45).

Em busca de uma pele bronzeada se torna comum o uso do bronzeamento artificial onde a exposição a lâmpadas, principalmente, de RUV A e de RUV B podem emitir "doses mais altas que a radiação proveniente do Sol", prejudicando intensamente a pele (CPTEC/INPE). Para possibilitar mudanças neste tipo de comportamento é necessário um processo educativo, que deve ter o apoio da escola.

O ensino formal pode auxiliar as crianças e os adolescentes a desenvolverem uma visão crítica e menos influenciável por uma sociedade que preza o consumo, desrespeitando a própria saúde física, para chegar aos padrões de beleza estabelecidos.

Conforme Corrêa (2004, p.3), "as escolas australianas exigem o uso de bonés e protetores solares durante os períodos de recreio, e durante o verão os horários de lazer são alterados para períodos de menor insolação. Áreas públicas de lazer, como piscinas e parques, tiveram um aumento significativo de locais sombreadas".

Adotando políticas públicas eficazes, na busca por ações preventivas, torna-se essencial a união do governo, dos setores privados, da mídia e das instituições de ensino. Esta medida vai se refletir em melhores estimativas para a sociedade.

#### 2.6.3.6 Raios-X

Localizados no espectro eletromagnético logo após a radiação ultravioleta, os raios-X apresentam frequências extremamente elevadas, em torno de  $10^{18}$  Hz, e possuem muita energia.

Os raios-X foram descobertos inesperadamente, em novembro 1895, por Wilhelm Conrad Roentgen, na época professor de Física da Universidade de Würzburg na Alemanha.

Roentgen estava fazendo experiências em seu laboratório com "raios catódicos", feixe de elétrons, em tubos de vidros onde se fazia vácuo, para os

elétrons não perderem energia no seu caminho. Esse tubo também conhecido por "tubo de Crookes", em homenagem ao químico inglês William Crookes, era constituído de duas placas metálicas ligadas a uma fonte de tensão elétrica (MARTINS, 1998, p.375). A placa ligada ao pólo negativo é chamada de cátodo e a outra, ligada ao pólo positivo, é o anodo.

Através de uma diferença de potencial ( $\Delta V$ ), os elétrons liberados do cátodo eram fortemente atraídos pelo o anodo que possuía um furo no seu centro. O orifício do anodo permitiu os elétrons colidirem no anteparo do tubo catódico que estava revestido com uma substância fluorescente. Neste momento, Roentgen percebeu o aparecimento de um brilho no tubo e mais surpreso ficou, quando viu que o mesmo brilho atingia uma placa de vidro, coberta com "platino cianeto de bário", que estava a pouca distância do tubo (MARTINS, 1998, p.3). O fenômeno se repetiu mesmo quando o tubo foi coberto com papel preto.

Roentgen fez diversos testes colocando, entre o tubo e a placa de vidro, objetos com características e espessuras diferentes, inclusive sua mão, constatando que a placa continuava luminescendo. A estes raios desconhecidos, mas muito potentes, foi dado o nome de raios-X, posteriormente também chamados por raios roentgen.

Com a existência deste novo fenômeno, que ainda não havia sido registrado por nenhum pesquisador, Roentgen concluiu que os raios "podiam até atravessar corpos humanos e sensibilizar filmes fotográficos" e, passados "45 dias", após a incrível descoberta, "Roentgen tirou a primeira radiografia, que foi a mão de sua esposa, expondo-a durante 15 minutos" (OKUNO, 1988, p.6).

Próximo ao de Natal de 1895, "quando se sentiu seguro com relação às principais propriedades dos novos raios, Roentgen redigiu seu primeiro artigo e, em poucos dias o seu trabalho já estava sendo lido e comentado em todas as sociedades científicas" (MARTINS, 1998, p.379). Em 1901, Roentgen foi recompensado recebendo o primeiro Prêmio Nobel em Física por sua fascinante descoberta.

Depois das observações e verificações de Roentgen, foi definido que os raios-X são produzidos quando um filamento de tungstênio em forma de espiral, colocado no cátodo, é aquecido através de uma corrente elétrica e libera um feixe de elétrons. Esses elétrons, produzidos por emissão termoiônica, são acelerados quando se estabelece uma alta tensão e atingem o anodo com grande velocidade. No anodo, lado positivo do tubo, os elétrons se chocam contra o alvo, onde são desacelerados

bruscamente, transformando "cerca de 99% de sua energia cinética em calor e cerca de 1% em radiação-X" (MOTA et al., 1993, p.20). Ao se desligar uma máquina de raios-X, ela não produz mais radiação, portanto, não constitui um equipamento radioativo, mas apenas um gerador de radiação e os materiais irradiados com equipamentos de raios-X não ficam radioativos.

Existem dois mecanismos de produção de raios-X, dependendo do tipo de interação entre os elétrons e o alvo do anodo, estes são conhecidos como "raios-X de Freamento e raios-X Característico" (TAUHATA et al., 2001, p.16). O raio-X de Freamento ocorre quando um elétron, carregado negativamente, passa próximo a um núcleo de um átomo do alvo, sendo atraído na direção deste núcleo, que está carregado positivamente. Com isto, o elétron é desviado de sua trajetória inicial e perde parte de sua energia cinética, que é emitida na forma de radiação X, este processo também é conhecido pela palavra de origem alemã "bremsstrahlung", que significa: Bremsen = Frear e Strahlung = radiação (TAUHATA et al., 2001, p.32). O processo de produção de raio-X Característico envolve uma colisão entre o elétron incidente e um elétron ligado ao átomo do material do alvo. O elétron incidente transfere energia suficiente ao elétron do alvo para que ele seja ejetado de sua órbita, deixando uma espécie de lacuna, que é imediatamente preenchida com a passagem de um elétron de uma órbita mais externa. Neste preenchimento, "ao passar de um estado menos ligado para outro mais ligado, por estar mais interno na estrutura eletrônica", o excesso de energia do elétron é liberado por meio de radiação-X (TAUHATA et al., 2001, p.30). A energia dos raios-X característicos corresponde à diferença entre as energias de ligação das órbitas envolvidas no processo.

Ainda, segundo o mesmo autor, "cada elétron está vinculado ao núcleo pela atração entre a sua carga negativa e a carga positiva do núcleo e a energia consumida neste vínculo se denomina energia de ligação" (TAUHATA et al., 2001, p.4).

Os raios-X têm aplicações práticas muito importantes, sua descoberta revolucionou, principalmente, a medicina com a obtenção de radiografias que permitiu conhecer e estudar melhor o corpo humano.

Num filme especial, sensível à radiação, a imagem é obtida através do contraste que é "dado pela diferença de enegrecimento entre porções distintas da radiografia" (MOTA et al., 1993, p.32). O enegrecimento do filme está relacionado a diversos fatores, entre eles a espessura e a densidade das estruturas, que definem se a radiação vai passar livremente ou se vai ser bloqueada.

Os raios-X que penetram os corpos são bloqueados, parcialmente ou totalmente, pelas estruturas mais densas, devido à relação entre a massa da substância e seu volume. Por exemplo, a radiação ao incidir no corpo humano vai ser bloqueada pelos ossos, que são mais densos que os músculos e outros tecidos, por sua vez, “o feixe de radiação que sai do paciente possui variações de intensidade devido à anatomia interna do corpo” e, com isto, vão produzir o contraste para formar a imagem” (MOTA et al., 1993, p.33).

Portanto, nas estruturas radiografadas, a parte mais clara do filme corresponde às que absorveram mais a radiação, devido à grande densidade, e a parte mais escura às que absorveram menos a radiação, por se tratar de estruturas menos densas. Conforme a imagem dos ossos da mão e do crânio, na figura a seguir, pode-se perceber o contraste no filme radiográfico.



Figura 04 – Contraste nas radiografias.

Fonte: <http://www.fotosearch.com.br/fotos-imagens/raio-x>

Assim como na área médica, os raios-X começaram a ser utilizados em outros setores. A indústria aproveita este tipo de radiação para detectar discontinuidades na matéria, por exemplo, examina a eficiência das soldas, dos navios, dos aviões, das tubulações, etc. Através do filme radiográfico, é possível visualizar e inspecionar toda a estrutura do corpo, promovendo a sua qualidade e a segurança da sociedade.

A radiação pode trazer muitos benefícios, entretanto “provoca danos nos seres humanos, qualquer uso que se faça dela deve ser feito criteriosamente, com conhecimento de proteção radiológica e com responsabilidade” (OKUNO, 1988, p.10).

Logo após a descoberta dos raios-X, os médicos e os cientistas da época começaram a usar essa radiação sem preocupações, pois não se sabia muito sobre suas propriedades. Os médicos, fascinados com as imagens, tiravam radiografias de

seus próprios crânios e, em seguida, associaram a queda dos seus cabelos e outros efeitos, como queimaduras nas mãos e escamações na pele, com a exposição à radiação.

O uso desta radiação era muito recente e não se podiam afirmar os seus efeitos prejudiciais. Para verificar se realmente os raios-X provocavam danos, o físico americano Elihu Thomson, em fins de 1896, se propôs a participar de uma experiência audaciosa onde ele próprio se tornou a cobaia. Thomson "exps seu dedo mínimo esquerdo durante meia hora por dia, a um feixe direto de raio-X, usando uma distância entre o tubo e a pele menor que 3 cm", com os efeitos que começaram a surgir a partir de uma semana, como "dores e inflamações com formação de bolhas", foi evidenciado que existe um certo limite, além do qual a exposição não pode continuar sem causar sérios problemas (OKUNO, 1988, p.31).

O experimento de Thomson levou os cientistas a se preocuparem de forma mais efetiva com a proteção radiológica e estabelecerem as primeiras medidas neste sentido. Em 1925, foi realizado em Londres o primeiro Congresso Internacional de Radiologia, onde foi criada a Comissão Internacional de Unidades e Medidas das Radiações (ICRU).

Muitas pesquisas continuam sendo desenvolvidas e, à medida que os conhecimentos foram se ampliando, os limites de exposição à radiação foram diminuindo ao longo do tempo, a "exposição aos raios-X diagnósticos tem sido considerada uma questão de saúde pública pela Organização Mundial da Saúde e pelo governo dos Estados Unidos, no Brasil esta questão deve ser considerada da mesma forma, devendo-se adotar medidas que possibilitem uma redução na dose de exposição da população aos raios-X médicos" (COOK et al., 2007), para evitar os efeitos biológicos.

No Brasil, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) estabelece as diretrizes de proteção radiológica e é responsável pela fiscalização dos setores que se beneficiam do uso da radiação. Uma das recomendações básicas de radioproteção, indicado pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP), baseia-se nos princípios de "Justificação, Otimização e Limitação da Dose Individual" (TAUHATA et al., 2001, p.171).

Este princípio de proteção assegura que nenhum indivíduo seja exposto desnecessariamente à radiação e, quando é justificado o uso do raio-X, tanto o

paciente como o acompanhante e a equipe que trabalha no local, pode se proteger usando equipamentos de proteção individual.

As vestimentas de proteção individual, utilizadas na radiologia, são equipamentos constituídos de borracha enriquecida com chumbo (plumbíferas), por exemplo, óculos com lentes especiais, aventais, luvas, protetores de tireóide e de gônadas, que impedem a passagem da radiação, devido à grande densidade do chumbo.

A Agência Nacional da Vigilância Sanitária (ANVISA), de acordo com a Portaria 453 de junho de 1998, estabelece que "é responsabilidade básica da empresa fornecer gratuitamente vestimentas de proteção individual adequadas ao risco e em perfeito estado de conservação e funcionamento para a equipe, os pacientes e de eventuais acompanhantes" e, ainda, "a presença de acompanhantes durante os procedimentos radiológicos somente é permitida quando sua participação for imprescindível para conter, confortar ou ajudar pacientes, com o uso das vestimentas plumbíferas".

Estas medidas são algumas das maneiras de evitar a exposição indevida e prevenir os efeitos biológicos das radiações.

#### 2.6.3.7 Raios Gama

Com frequência maior que a dos raios-X, em torno de  $10^{21}$  Hz e, comprimento de onda muito pequeno,  $10^{-13}$  m, essas ondas eletromagnéticas recebem o nome de raios gama ( $\gamma$ ). Diferente dos raios-X, que tem origem na eletrosfera ou no freamento de partículas carregadas com o núcleo, a radiação gama é produzida por processos de ajustes, para atingir a estabilidade, quando o núcleo atômico possui energia excedente ou por aniquilação de partículas que, "embora não seja de origem nuclear, ocorre quando um pósitron interage com um elétron transformando a matéria em energia", ou seja, produzindo radiação eletromagnética na frequência dos raios gama (TAUHATA et al., 2001, p.33).

A maior parte dos isótopos radioativos naturais formaram-se com a criação da Terra e, com o passar do tempo, alguns destes, através do decaimento radioativo, foram liberando o excesso de energia até se tornarem elementos estáveis. O decaimento radioativo ou desintegração radioativa ocorre quando o radioisótopo libera o excesso de energia, sob a forma de radiação, "se transformando em outro

elemento de comportamento químico diferente, devido uma variação no número de prótons no núcleo” (CARDOSO, 2003, p.12).

O urânio-238 (92 prótons e 146 nêutrons), o urânio-235 (92 prótons e 143 nêutrons), e o tório-232 são elementos radioativos naturais encontrados nas rochas, solos, sedimentos, minérios. Além destes três radioisótopos, os materiais vão conter também os elementos resultantes dos seus decaimentos radioativos, por exemplo, o urânio-238 ao decair vai produzir outro elemento instável, o tório-234. Este, por sua vez, também decai, produzindo o isótopo instável o protactínio-234 e assim por diante, até que a estabilidade seja alcançada com a formação do chumbo-206.

A meia-vida do urânio-238 é de 4,5 bilhões de anos, do urânio-235 é de 713 milhões de anos e a do tório-232 é de 13,9 bilhões de anos. Cada elemento radioativo tem sua própria meia-vida, podendo durar desde alguns segundos até muitos anos, isto quer dizer que, a meia-vida “é o tempo necessário para que a atividade do elemento seja reduzida à metade da atividade inicial”, onde a “taxa de emissões ou desintegrações em cada segundo é denominada atividade da amostra” (CARDOSO, 2003, p.13). Por exemplo, para o iodo-131, que possui a meia-vida de oito dias, após 8 dias sua atividade é reduzida à metade, passados mais 8 dias, cairá à metade desse valor, ou seja,  $\frac{1}{4}$  da atividade inicial e assim sucessivamente.

Além dos radioisótopos naturais, existem radioisótopos produzidos artificialmente através de equipamentos que bombardeiam, com partículas apropriadas, núcleos de elementos estáveis, transformando-os em elementos radioativos. Foi em 1934 que, “Irène Curie e seu marido, Frédéric Joliot, produziram, pela primeira vez, os elementos radioativos fósforo-30 e nitrogênio-13, bombardeando alumínio e boro, respectivamente, com partículas alfa emitidas por uma fonte natural de polônio” (OKUNO, 1988, p.9).

Desde a descoberta da radioatividade artificial e do desenvolvimento de outros métodos de produção de radioisótopos muitas pesquisas surgiram e estimularam a aplicação dos novos elementos radioativos, como é o caso dos radioisótopos artificiais cobalto-60 ( $^{60}\text{Co}$ ) e o césio-137 ( $^{137}\text{Cs}$ ) utilizados em diferentes ramos da Ciência.

O cobalto é um metal duro, de cor azulada, encontrado na natureza sob a forma estável de cobalto-59 ( $^{59}\text{Co}$ ), com 27 prótons e 32 nêutrons. O isótopo radioativo ( $^{60}\text{Co}$ ), que apresenta uma “meia-vida 5,56 anos e decai em níquel-60 por emissão beta e gama até atingir a sua estabilidade”, pode ser produzido, “num reator

nuclear, quando se bombardeia o seu isótopo estável ( $^{60}\text{Co}$ ) com nêutrons" (PINTO, 2006, p.33).

O cézio é um metal alcalino com um único isótopo natural estável, o Cs-133 que possui 55 prótons e 78 nêutrons. Através das "reações nucleares do urânio ou do plutônio é produzido o isótopo radioativo  $^{137}\text{Cs}$  que, apresenta meia-vida de 30 anos e, decai em bário-137 por emissão de radiação beta e gama" (MÖLLER, sem data, p.8).

Os radioisótopos ( $^{60}\text{Co}$ ) e ( $^{137}\text{Cs}$ ), emissores de radiação gama, são empregados em pesquisas e nas mais variadas tecnologias. A indústria, "responsável por cerca de 30% das licenças para utilização de fontes radioativas", se beneficia com a técnica nuclear conhecida por gamagrafia que, similar a uma radiografia com raio-X, verifica se há rachaduras em peças metálicas ou em estruturas de concreto, mede espessuras de papel e vazões de líquidos, sendo empregada, principalmente, "para a melhoria da qualidade dos processos nos mais diversos setores industriais" (GONÇALVES et al., 2005, p.40).

A agricultura utiliza os radioisótopos para irradiar carnes, frutas, grãos e vegetais, com a vantagem de não alterar a qualidade do alimento e, tampouco, deixá-los radioativos. Este processo retarda a ação dos microorganismos decompositores, prolonga o tempo de conservação dos alimentos e evita a transmissão de doenças causadas por parasitas. Os radioisótopos também são usados em pesquisas com plantas, solos e insetos para "verificar a absorção de nutrientes, a infiltração de água, o efeito de microrganismos" através da detecção da radiação emitida pelos radioisótopos (GONÇALVES et al., 2005, p.41).

Na medicina nuclear são usados radioisótopos, de meia-vida curta, com a finalidade de diagnóstico, terapia e pesquisa. Nesta especialidade médica, os radioisótopos administrados no paciente concentram-se no local a ser examinado pelo médico e, através de um detector, a radiação emitida é transformada numa imagem. Outra técnica importante é a radioterapia que usa fontes radioativas para o tratamento de câncer. A radioterapia consiste na aplicação programada de doses de radiação, por um equipamento portador de uma fonte radioativa, de alta atividade, que está sempre emitindo radiação e não pode ser desligado como acontece com o aparelho de raios-X. A fonte de radiação fica guardada dentro de uma blindagem de chumbo e, quando é necessária a sua exposição, a mesma é acionada, através de sistemas elétricos, até uma janela de saída do feixe gama onde, terminado o