
SOBRE O ENSINO DE RADIAÇÕES IONIZANTES

Jeovani Cleiton Anselmo

20121016010017, jeovanicleiton@live.com

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Campus Natal Central

Licenciatura Plena em Física

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação

TCC apresentado em 18/08/2016

Composição da banca:

Prof. Jacques Cousteau da Silva Borges, D.Sc. (Orientador)

Prof. Flávio Urbano da Silva, M.Sc. (Examinador 1)

Prof. Geraldo Felipe de Souza Filho, M.Sc. (Examinador 2)

RESUMO

No presente artigo trazemos uma discussão sobre a importância de uma atualização do currículo de física do ensino médio, no que se refere a física moderna e contemporânea e mais especificamente, a física das radiações. Assim, como apresentamos dados de uma pesquisa realizada em duas cidades do estado do Rio Grande do Norte a respeito do conhecimento de física das radiações ionizantes por parte da população. Ao

longo do artigo, discorreremos ainda sobre tópicos como: a descoberta dos raios X por Wilhelm C. Röntgen, no ano de 1895, a produção dos raios X, como também sobre os efeitos nocivos à saúde humana causados pela exposição exagerada e/ou desprotegida à radiação ionizante, como por exemplo, os efeitos biológicos da radiação e a relevância da proteção radiológica.

PALAVRAS-CHAVE: Raios X, ensino, física moderna.

ABSTRACT

O abstract do trabalho será precedido pelo subtítulo **ABSTRACT**, fonte Colibri, corpo 12, maiúscula, negrito. O texto do resumo utilizará a fonte Colibri, corpo 10, alinhamento de parágrafo justificado, sem recuos à

direita ou à esquerda e com espaçamento entre linhas SIMPLES. O resumo/abstract não excederá a primeira página do artigo.

KEYWORDS: Use until five (05) keywords by separating them with commas.

1. INTRODUÇÃO

Partindo dos princípios que justificam a divulgação científica, o letramento científico discorreremos sobre o ensino e aprendizagem da física das radiações nas nossas salas de aulas do ensino médio. A priori, temos que definir o que é radiação, segundo Garcia (2002), radiação é a transmissão de energia de um sistema para outro por meio de ondas eletromagnéticas (calor, raios ultravioletas, raios X). As radiações podem ser classificadas em ionizantes e não-ionizantes conforme o efeito que a radiação produz na matéria.

Dentre as faixas de radiações presentes no espectro eletromagnético, escolhemos a radiação ionizante para fazermos uma análise do conhecimento da população sobre o tema. Mas especificamente, a radiação X. Devido a sua grande aplicabilidade na tecnologia moderna e na medicina. Podemos definir a radiação ionizante, como toda a radiação que possui energia suficiente para ionizar os átomos que compõem a matéria, com a qual interagem.

Atualmente, os conhecimentos da física das radiações possuem uma imensa aplicabilidade em áreas diversas como: na radiologia convencional, radioterapia, medicina nuclear, na física médica, de um modo em geral, na indústria e na nossa tecnologia moderna. Decorre daí a necessidade de uma popularização destes conhecimentos, visando uma educação científica por parte da população referente a física das radiações.

Portanto, tomaremos os conhecimentos relacionados à física médica, a física dos raios X, por parte do grande público, como objeto de estudo e de análise. Analisaremos o conhecimento da população em relação a esse tema, através da aplicação de um questionário com perguntas simples e objetivas sobre o tema. E ao final, discutiremos sobre a inserção do tema raios X no currículo do ensino médio, as dificuldades encontradas pelos professores, assim como, discutiremos também sugestões acerca da introdução de tópicos de física moderna e contemporânea (FMC) no ensino médio (EM).

2. RAIOS X

2.1. A descoberta dos raios X

Em 8 de novembro de 1895, Wilhelm Conrad Röntgen descobriu os raios X quando trabalhava em seu laboratório com um tubo de Crookes. Para visualizar melhor os efeitos dos raios catódicos, Röntgen escureceu seu laboratório e cobriu o tubo de Crookes com uma espécie de papelão preto. Com essas circunstâncias, não era possível visualizar nenhuma emissão de luz visível pelo tubo. Röntgen notou a fluorescência de uma placa de platinocianeto de bário que estava em sua mesa a alguns metros do tubo.

Em abril de 1896, Röntgen concedeu uma entrevista à um jornalista da revista McCure's Magazine, onde relatou um pouco sobre de sua descoberta.

Desde há algum tempo eu tenho me interessado pelos raios catódicos produzidos em vidros submetidos ao vácuo, como Hertz e Lenard já haviam pesquisado. Eu segui suas pesquisas e formulei uma série de experimentos com grande interesse, e estava determinado, assim que o tempo permitisse, a desenvolver um experimento próprio. Em

outubro, dispus do tempo que eu precisava. Eu trabalhei por alguns dias, quando descobri algo de novo.

(...) Eu estava trabalhando com um tubo de Crooke, que revesti completamente com um cartão preto. Um papel embebido em cianureto de platina-bário foi colocado sobre a mesa. Quando deixei passar uma corrente através do tubo, notei com surpresa o surgimento de uma faixa preta sobre o papel.

Este fenômeno só poderia ocorrer, de forma usual, através da incidência de luz sobre o papel. Mas isto era impossível, pois o laboratório todo estava escurecido e o tubo coberto pelo papelão. (ARRUDA, 1996).

Röntgen observou que esse tipo de radiação tinha a propriedade de atravessar alguns materiais, sendo barrados em outros, como por exemplo o chumbo. Röntgen logo percebeu que esses novos raios não se tratavam de raios catódicos, já que estes possuem uma capacidade de penetração no ar de alguns poucos centímetros. Röntgen denominou esse novo tipo de radiação de raios X, fazendo menção a incógnita da matemática, pelo fato de desconhecer a natureza destes raios.

A primeira radiografia foi feita no dia 22 de dezembro de 1895, 45 dias após Röntgen ter descoberto os raios X. Quando da ocasião, Röntgen radiografou a mão da sua esposa, Anna Bertha Ludwig Röntgen; que teve sua mão exposta a radiação X durante 15 minutos. (OKUNO, 2007). Por sua descoberta dos raios X, Wilhelm C. Röntgen foi agraciado com o primeiro prêmio Nobel de física da história, no ano de 1901.

2.2. A produção dos raios X

Os raios X são produzidos em ampolas de vácuo elevado, com dois eletrodos nas suas extremidades, um carregado negativamente, denominado cátodo e outro carregado positivamente, o ânodo. Devido a aplicação de uma elevada diferença de potencial entre os eletrodos, há a emissão de uma nuvem termoiônica do cátodo em direção ao ânodo, colidindo com o mesmo.

Os elétrons da nuvem termoiônica, acelerados pela diferença de potencial interagem com os átomos do eletrodo positivo. Quando essa interação se dá com os elétrons das camadas eletrônicas K e L são produzidos raios X. Essa síntese de raios X ocorre devido aos saltos eletrônicos. A energia dos raios produzidos depende do tipo de átomo de que é feito o ânodo. Por isso, os raios X sintetizados desse modo, denominamos raios X característicos.

Os raios X produzidos no interior das ampolas são constituídos por ondas eletromagnéticas de várias frequências e intensidades. A maior parte (99%) da energia cinética dos raios catódicos é perdida sob a forma de calor e apenas 1% dela é convertida em raios X. (GARCIA, 2002).

Daí a importância de um eficiente dispositivo de refrigeração para as ampolas e a justificativa da utilização de um anodo giratório. Além da produção dos raios X característicos, existe outro tipo de síntese de raios X que se dar quando elétrons acelerados passam próximos de um núcleo dos átomos-alvo, e sofrem interação eletrostática deste, desviando sua trajetória e

perdendo parte de sua energia sob a forma de fótons. Os fótons de raios X produzidos são denominados de raios X de frenagem ou de "*bremstrahlung*".

Outra forma de síntese de fótons de alta energia, se dá pela desintegração de núcleos de átomos de elementos naturais radioativos. Estes fótons são denominados de raios gama. Na física médica, utilizamos alguns desses elementos, como por exemplo, o cobalto 60, com fins terapêuticos, como nos tratamentos de radioterapia.

No que se refere a dosimetria das radiações, são usadas algumas unidades para se mensurar a quantidade de dose de radiação a que um determinado indivíduo será exposto. As unidades de dose absorvida são o gray (Gy) e o rad ("*radiation absorbed dose*"). O gray é definido como a quantidade de radiação absorvida por uma dada quantidade de massa. Portanto, 1 Gy corresponde a 1 J/kg. 1 Gy equivale a 100 rad. Utilizamos também o röntgen (R) como unidade de medida de radiação ionizante, em homenagem a Wilhelm C. Röntgen. Além destas unidades utilizadas na física das radiações, há outras como o sievert (Sv) e rem ("*roentgen equivalent man or roentgen equivalent mammal*") que estão relacionadas a uma grandeza denominada, dose equivalente. Grandeza esta, que relaciona o dano biológico com as doses de radiação (GARCIA, 2002).

2.3. Efeitos biológicos da radiação e proteção radiológica

As chamadas radiações ionizantes são tão energéticas que ao interagir com a matéria podem ionizar seus átomos. Por causa dessa ionização, essas radiações podem produzir danos nas estruturas vivas e, por isso, o seu estudo é relevante para a Biologia e a Medicina (GARCIA, 2002).

Quando a ionização é na molécula de DNA, por exemplo, os efeitos genéticos surgem na descendência da pessoa irradiada, como resultado do dano produzido pela radiação em células dos órgãos reprodutores.

Os efeitos genéticos são um tipo de efeito biológico; estes resultam da exposição exagerada à radiação ionizante, devido a ionização, excitação dos átomos e quebra de moléculas. Além desses fenômenos, pode ocorrer também, a formação de radicais livres altamente reativos. Estes, por sua vez, podem danificar moléculas de grande importância, como a macromolécula do DNA, ocasionando a quebra de uma das suas cadeias ou de ambas, danificar bases nitrogenadas.

Indivíduos exposto a altas doses de radiação, recebidas por grandes áreas do corpo, em um curto intervalo de tempo, manifestam efeitos biológicos em apenas algumas semanas, dias e até mesmo horas (OKUNO; CALDAS; CHOW, 1982), estes efeitos variam de pequenas queimaduras até neoplasias, coma e pode até mesmo, ocasionar a morte do indivíduo, dependendo da quantidade de dose absorvida.

Decorre daí a justificativa para toda proteção radiológica, presente na radiologia médica, por exemplo. Como o uso de equipamentos de proteção, por parte dos técnicos em radiologia e pacientes, como: avental de chumbo, protetor de tireoide, óculos plumbíferos, dentre outros.

As normas de radioproteção estabelecem o conceito ALARA ("*As Low As Reasonably Achievable*"), cujos fundamentos são os seguintes: a dose absorvida pelo indivíduo irradiado tem que ser a mínima possível, mas possibilitando a realização dos objetivos primeiros para os quais a

dose foi indicada. Toda irradiação tem que obedecer às doses limites de segurança, estabelecidas pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP). No Brasil, o órgão responsável por estabelecer as normas e diretrizes básicas de radioproteção é a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Em toda exposição de indivíduos à radiação ionizante, deve-se estimar os efeitos deletérios à saúde da pessoa irradiada. (GARCIA, 2002).

3. A INSERÇÃO DO TÓPICO RAIOS

Apresentaremos agora uma fundamentação legal sobre a importância da inserção de tópicos da FMC no currículo do EM e discorreremos também sobre a necessidade de se inserir a FMC e particularmente a física dos raios X nas salas de aulas do EM, apresentando uma fundamentação legal e teórica, assim como também apresentaremos nesse capítulo as principais dificuldades enfrentadas pelos professores.

3.1. O que dizem as principais diretrizes e parâmetros curriculares sobre o tema

Primeiramente, analisaremos o que diz a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), que estabelece as normas e diretrizes básicas da educação, e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio (PCNs+) sobre o ensino de física no ensino médio, particularmente sobre o ensino de física das radiações.

A LDB, no seu artigo 35, inciso IV destaca como finalidade do ensino médio: *“A compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática.”* E mais abaixo, no artigo 36, 1º parágrafo, enfatiza que o educando ao término do ensino médio deverá apresentar, dentre outras competências, a seguinte: *“Domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna.”* Portanto, podemos observar na própria LDB o anseio por um ensino médio mais contextualizado com a nossa sociedade moderna, na qual o educando estar inserido.

O ministério da educação, por intermédio da secretaria de educação nos orienta a introduzir temas de física moderna no currículo do ensino médio. Como podemos observar nos PCNs+, na parte que trata dos temas estruturadores de física, que diz o seguinte:

Alguns aspectos da chamada Física Moderna serão indispensáveis para permitir aos jovens adquirir uma compreensão mais abrangente sobre como se constitui a matéria, de forma a que tenham contato com diferentes e novos materiais, cristais líquidos e lasers presentes nos utensílios tecnológicos, ou com o desenvolvimento da eletrônica, dos circuitos integrados e dos microprocessadores. (BRASIL, 2002)

Esta orientação, deve-se ao fato da busca por um ensino de física mais interligado com o cotidiano do aluno, estando este inserido numa sociedade moderna e tecnológica, necessita de conhecimentos de FMC que lhe permitam compreender o mundo que lhe cerca. Os PCNs+ nos sugere ainda, a irmos mais além e inserir o tópico de física das radiações no currículo do ensino médio:

Mas será também indispensável ir mais além, aprendendo a identificar, lidar e reconhecer as radiações e seus diferentes usos. Ou seja, o estudo de matéria e radiação indica um tema capaz de organizar as competências relacionadas à compreensão do mundo material microscópico. (BRASIL, 2002)

Nos próprios PCNs+, na parte que trata dos temas estruturadores do ensino de biologia, tema 4: diversidade da vida, diz o seguinte: *“Construir o conceito de mutação, analisando os*

efeitos de determinados agentes químicos e radioativos sobre o material hereditário. ” Podemos observar nesse trecho, a orientação para a interdisciplinaridade entre três áreas da ciência (biologia, química e física).

Na parte que trata dos temas estruturadores de química, tema 9 diz: *“revelar de que forma a teoria quântica, desenvolvida nas primeiras décadas do século 20, incluída a compreensão da constituição e das interações nucleares, permitiu uma interpretação mais completa das ligações e propriedades químicas e das constituições isotópicas.* ” Ainda no mesmo tema estruturador os PCNs+ orienta aos professores de química a fazerem a articulação entre as interpretações quânticas das estruturas dos átomos e moléculas com os estudos sobre matéria e radiação: *“(...) articular com os estudos sobre matéria e radiação propostos pela Física.* ”

3.2. Sobre a necessidade de inserir o tópico raios X e a FMC no ensino médio

Tomando como respaldo toda essa fundamentação legal, discutiremos agora acerca da necessidade da inserção do referido tema no currículo do ensino médio. Oliveira, Vianna e Gerbassi (2007) que realizaram uma pesquisa com 10 professores de física do Estado do Rio de Janeiro sobre o tema: *“física moderna no ensino médio”*, puderam constatar que a maior parte dos professores entrevistados (9 entre 10) consideraram importante o tópico raios X, devido ao fato de ser um tópico presente no cotidiano dos alunos, e por servir como assunto-ponte para o estudo de outras áreas da física. (Oliveira; Vianna; Gerbassi, 2007).

Os professores consideraram importante o ensino do tópico raios X, pelo fato do mesmo despertar nos discentes uma motivação para o estudo das ciências, de modo em geral. O que lançaria as bases para a interdisciplinaridade na sala de aula, relacionando a física com as demais ciências, como a química e a biologia. Os professores podem ainda, abordar a parte histórica da descoberta dos raios X, ressaltando a sua importância revolucionária para a medicina, possibilitando a realização de exames não invasivos do corpo humano, os chamados exames radiodiagnósticos.

A Física aplicada à Medicina pode ser utilizada como facilitadora da aprendizagem significativa, tanto pela variedade de fenômenos que envolve, como pelos seus impressionantes efeitos sobre a tecnologia moderna. (PARISOTO; MOREIRA; MORO, 2012).

Quase todas as pessoas adultas já tiveram que fazer algum exame radiodiagnóstico pelo menos uma vez em suas vidas. Oliveira, Vianna e Gerbassi constataram que todos os professores concordaram que seus alunos se sentiriam motivados a estudar o tópico raios X, onde para 5 desses professores, este fato deve-se a presença dos raios X no dia a dia dos alunos. (Oliveira; Vianna; Gerbassi, 2007).

Como vimos, até mesmo nos documentos educacionais oficiais, como os PCNs+ há orientação da inserção do tema *“matéria e radiação”* no currículo do ensino médio, classificando o mesmo como tema estruturador. Entretanto, como bem destacou Oliveira, Vianna e Gerbassi alguns fatores como uma abordagem conceitual dos tópicos de FMC, falta de tempo e a carência de materiais didáticos sobre estes temas, dificultam o ensino desses tópicos de física contemporânea nas salas de aulas do ensino médio.

A composição do conjunto de saberes propostos a serem ensinados leva à escolha de alguns conteúdos em detrimento de outros, principalmente para dar conta da composição dos diversos saberes presentes na matriz curricular do Ensino Médio. (LOCH; GARCIA, 2009).

O ensino da física desenvolvida no século XX, da FMC nas nossas salas de aulas do EM é necessário devido ao fato do aluno estar inserido numa sociedade tecnológica moderna e conseqüentemente, precisa de uma formação científica básica que lhe proporcione compreender a natureza ao seu redor.

Muito tem se discutido sobre o que abordar de física moderna no EM, o que expressa a importância de uma atualização do currículo de física do EM, que contemple tópicos de FMC, sendo essa atualização orientada pelas diretrizes legais de ensino. Loch e Garcia (2009) analisaram a produção acadêmica referente ao tema, publicada em artigos e dissertações, a partir de 2002. E apresentaram a seguinte lista de tópicos de FMC: teoria da relatividade, mecânica quântica, física de partículas e supercondutividade. (LOCH; GARCIA, 2009).

Um trabalho similar foi produzido por **Rezende e Cruz** (ano?) “**falta referenciar Rezende e Cruz**” tomando como base uma lista de tópicos de FMC sintetizada por Ostermann e Moreira (1998), visando uma atualização do currículo de física do EM: efeito fotoelétrico, átomo de Bohr, leis de conservação, radioatividade, forças fundamentais, dualidade onda-partícula, fissão e fusão nuclear, origens do universo, raios X, metais e isolantes, semicondutores, laser, supercondutores, partículas elementares, relatividade restrita, big-bang, estrutura molecular e fibras ópticas. (REZENDE; CRUZ, ?)

No que se refere aos conhecimentos da população em relação à física das radiações, boa parte da população não sabe o que é radiação ionizante, apesar da vasta aplicabilidade da mesma na medicina e tecnologia. Boa parte da população nunca ouviu falar em Wilhelm C. Röntgen, mesmo tendo descoberto os raios X e laureado com um prêmio Nobel. A física dos raios X, assim como a física moderna em geral, deve ser ensinada aos educandos do EM, como uma física mais interligada com o seu cotidiano. Os professores podem abordar assuntos como as grandezas e unidades da radiação: sievert, gray, röntgen e etc, podem ainda ao apresentar a física das radiações destacar o estudo dos espectros eletromagnéticos e comprimento de onda das radiações eletromagnéticas, apresentar os efeitos biológicos da radiação e proteção radiológica.

Mas, devemos destacar a escassez de material didático referente a física das radiações. Na nossa pesquisa encontramos um material de apoio que está disponível aos professores do ensino médio e técnico, que pode ser consultado com o auxílio de ferramentas de Software, por professores e alunos. (MEDEIROS, 2011). “**falta referenciar o Medeiros**” O material de apoio consiste numa estrutura didática composta por três módulos, onde cada módulo apresenta assuntos como: matéria e energia, radiação eletromagnética, interação da radiação com a matéria, breve histórico dos raios X, características dos raios X, produção dos raios X, proteção radiológica, efeitos biológicos das radiações ionizantes, dentre outros. Onde o aluno pode ainda, caso deseje, imprimir o material e realizar exercícios de fixação.

Propomos o ensino do t3pico dos raios X no EM, como proposta de introdu33o da f3sica moderna no curr3culo do ensino m3dio. O professor deve enfatizar a import3ncia dos raios X para a ci3ncia e tecnologia, de modo em geral. Principalmente, em rela33o a sua relev3ncia frente a biologia e a medicina. Como por exemplo, o uso dos Raios X por Francis Crick e James Watson na descoberta da dupla h3lice do DNA, em 1953. Fato de extrema import3ncia para a ci3ncia biologia. O professor pode ainda relacionar os raios X ou, as radia33es ionizantes de modo em geral, aos efeitos biol3gicos da radia33o, conscientizando os alunos em rela33o aos efeitos nocivos da radia33o ionizante 3 sa3de humana e a import3ncia da prote33o radiol3gica. No que se refere a medicina, o professor deve destacar a import3ncia revolucion3ria da descoberta dos raios X para a mesma, proporcionando a realiza33o de exames n3o invasivos do corpo humano. Promovendo assim, um ensino de f3sica mais articulado com outras 3reas da ci3ncia.

3 de extrema import3ncia a articula33o, integra33o de um conte3do dentro de uma ci3ncia, entre as v3rias ci3ncias e 3reas de conhecimento. Porque isto, desperta o interesse do aluno no tema abordado, devido a contextualiza33o do que estar sendo ensinado.

4. METODOLOGIA

Objetivando averiguar o conhecimento da popula33o sobre o tema: f3sica dos raios X, utilizamos como metodologia a aplica33o de um question3rio, com perguntas objetivas sobre o referido tema. Aplicamos o question3rio em alguns hospitais e cl3nicas, nas cidades de Natal e de Canguaretama no estado do Rio Grande do Norte, entre os meses de mar3o a abril de 2016, sendo algumas delas pacientes para a realiza33o dos exames de radiodiagn3stico, e seus acompanhantes.

Entrevistamos um total de 100 pessoas, com faixa et3ria de 14 a 49 anos. Onde al3m das respostas 3s perguntas do question3rio, que eram um total de 9 perguntas, coletamos tamb3m dados das pessoas entrevistadas como: idade, escolaridade e se a mesma cursou o ensino m3dio em escola p3blica ou privada.

Na primeira pergunta indagamos aos entrevistados se eles j3 tinham ouvido falar sobre alguns dos seguintes termos: f3tons, el3trons, sievert, radia33o eletromagn3tica, comprimento de onda e prote33o radiol3gica. Onde eles poderiam responder: sim 1 (sei do que se trata), sim 2 (j3 ouvir falar) e n3o (nunca ouvir falar, nem sei do que se trata). Segue abaixo as demais perguntas do question3rio, onde as pessoas entrevistadas poderiam responder: sim 1, sim 2 e n3o; assim como na primeira pergunta.

Em seguida perguntamos as pessoas entrevistadas se elas j3 tinham ouvido falar em radia33o ionizante. A terceira pergunta, foi se a pessoa j3 tinha ouvido falar em Wilhelm C. R3öntgen. A quarta foi se o entrevistado j3 tinha ouvido falar em radia33o gama ou radia33o X. Na quinta pergunta, indagamos aos entrevistados se eles j3 tinham sido submetidos a algum exame radiodiagn3stico. Em seguida, perguntamos aos entrevistados se gestantes podiam fazer esse tipo de exame (exame radiodiagn3stico). A s3tima pergunta do question3rio, foi em rela33o aos protetores radiol3gicos. Perguntamos as pessoas entrevistadas se elas sabiam por que nos

exames radiodiagnóstico, os pacientes têm que usar protetores radiológicos. Na pergunta de número oito, indagamos aos entrevistados se eles já ouviram falar em efeitos biológicos da radiação, e se sabiam do que se tratavam. E para encerrar a entrevista, perguntamos as pessoas se elas gostariam que a física das radiações fosse abordada no ensino médio.

Ao final das perguntas do questionário, pedimos as pessoas entrevistadas que analisassem 5 imagens de exames realizados na medicina, e pedimos que ordenasse as imagens em uma série crescente de intensidade de radiação ionizante. Segue abaixo as imagens que usamos:

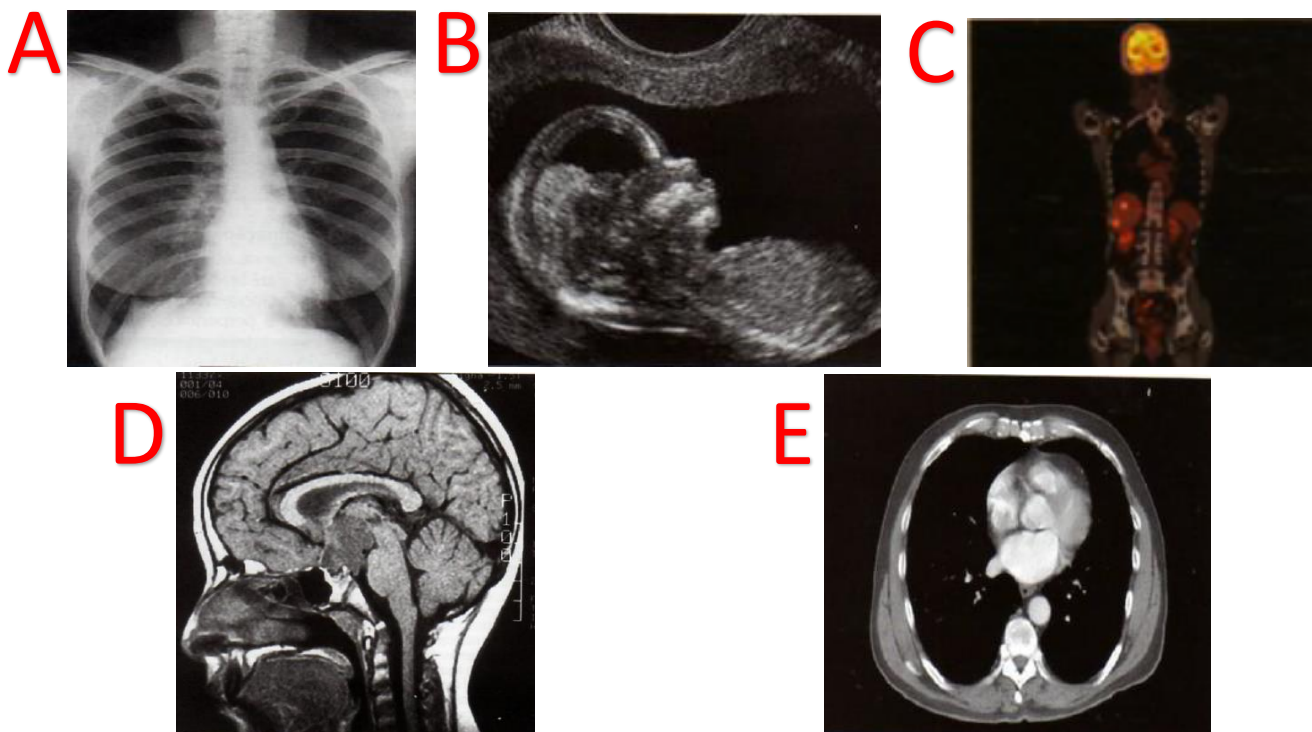


Fig. 1: Imagens do teste: Radiografia de tórax (A); Ultrassonografia (B); Medicina Nuclear (PET) (C); Ressonância magnética (D) e Tomografia computadorizada (E)

Fonte: Bontrager (2014), páginas: 81 (A), 787 (B), 782 (C) 793 (D) e 733 (E).

Na imagem A, temos uma radiografia de tórax (exame corriqueiro da radiologia convencional), onde foi usado raios X (radiação ionizante) para aquisição da imagem. Já no exame da imagem B, não foi usada radiação ionizante, já que se trata de uma ultrassonografia, onde foram usadas ondas sonoras de alta frequência para obtenção da imagem. Segundo Garcia (2002), na ultrassonografia utiliza-se ultrassons na faixa de 2 a 10 MHz. O exame da imagem C, é de um método de imagem realizado na medicina nuclear, denominado *positron emission tomography* (PET), onde é administrado ao paciente um contraste radioativo (radiação ionizante), onde o próprio corpo do paciente passa a emitir radiação. No exame da imagem D, não foi usada radiação ionizante, já que se trata de uma imagem obtida através da técnica da ressonância magnética. E por fim, na imagem E, temos uma tomografia computadorizada. Onde

foi usada radiação ionizante na forma de raios X, onde a irradiação se dá por um intervalo de tempo maior do que na radiologia convencional.

5. RESULTADOS

Entrevistamos 100 pessoas de 14 a 49 anos, com média de idade de 22,4 anos. Na pesquisa, levamos em consideração também o grau de escolaridade das pessoas entrevistadas. Como podemos observar no gráfico abaixo, que expressa a quantidade de pessoas entrevistadas por faixa etária, entrevistamos 32 pessoas que cursavam ou já tinha cursado o ensino fundamental, 43 que cursavam o ensino médio e 25 o ensino superior. A faixa etária com maior número de entrevistados foi entre 14 a 17 anos e 18 a 21 anos de idade. Na figura 2, apresentamos estes resultados na forma de gráficos de barras.

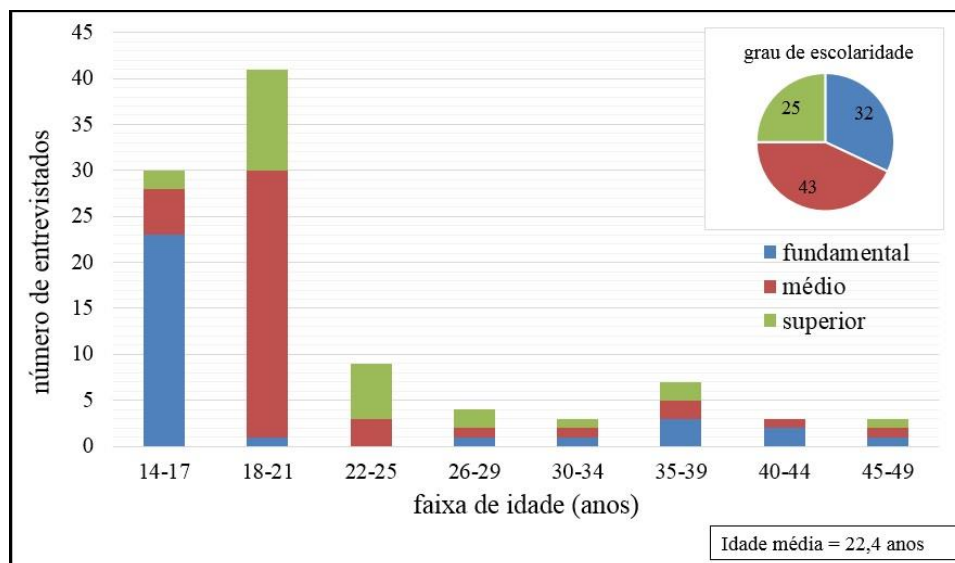


Fig. 2: Caracterização dos entrevistados: faixa etária e grau de escolaridade

Onde as barras de cor verde representam as respostas “sim, com certeza”, as de cor amarela as respostas “sim, ouvi falar”, que corresponde também a um “mais ou menos” e as de cor vermelha representam as respostas “não” às perguntas do questionário.

Começaremos a análise dos resultados pela pergunta de número 5, devido ao importante resultado que ela expressa. Na pergunta de número 5, perguntamos aos entrevistados se eles já tinham sido submetidos a algum exame radiodiagnóstico, onde cerca de 82% responderam que sim e apenas 18% disseram que não. Estes resultados reforçam nossa proposição acerca do fato dos raios X serem algo presente no cotidiano das pessoas, devido à grande quantidade de pessoas que são submetidas a exames radiodiagnósticos (cerca de 82%).

Na pergunta 1, temos seis questionamentos, onde perguntamos as pessoas entrevistadas se elas sabiam ou lhe eram familiares os seguintes termos: fóton, comprimento de onda, elétron, radiação eletromagnética, proteção radiologia e sievert. Em relação ao termo fóton, cerca de

41% responderam “não” à pergunta, 37% responderam “sim, ouvi falar” e 22% responderam “Sim, com certeza”. O que demonstra que a maioria da população não sabe ao certo o que é fóton, mesmo sendo um elemento essencial para o entendimento de toda teoria quântica, inclusive nos conteúdos estudados no ensino médio, como o efeito fotoelétrico.

Ainda na primeira pergunta, quando indagamos as pessoas entrevistadas se elas sabiam o que era elétron uma quantidade considerável de pessoas respondera que “sim, com certeza”, cerca de 60%. Apenas 16% responderam que “não”, que não sabiam do que se tratava e cerca de 24% disseram que sabiam “mais ou menos” do que se tratava ou já ouviram falar no termo. Isto indica que o conceito de elétron, está consideravelmente difundido entre a população em geral, tendo as pessoas alguma noção clara de entendimento sobre ele.

No item c, ainda da pergunta de número 1, indagamos aos entrevistados se elas sabiam do que se tratava o termo sievert, onde podemos observar no gráfico abaixo, figura 3, que 96% das pessoas não sabem o que é o sievert, 2% responderam que “sim, ouvi falar” e apenas 2% disseram que sabia do que se tratava. Estes resultados mostram que as grandezas e unidades da radiação é um assunto que a maioria da população desconhece.

Ainda na pergunta de número 1, item d, perguntamos as pessoas se elas sabiam o que era radiação eletromagnética, onde 45% respondem “sim, com certeza”, 43% “sim, ouvi falar”, que também pode corresponder a sei “mais ou menos” do que se trata e 12% responderam que “não”, que não sabiam do que se tratava o termo. Estes resultados devem-se a grande aplicabilidade das radiações eletromagnéticas no nosso mundo moderno, o que favorece o surgimento de uma noção do que são as radiações eletromagnéticas, por parte da população.

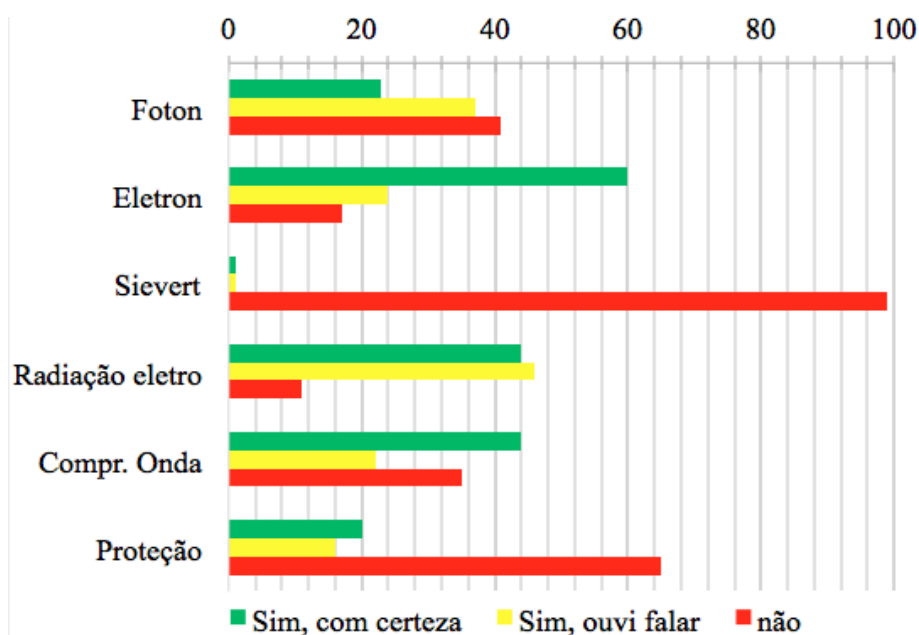


Fig. 3: Resultados da pergunta 1

No item e, perguntamos aos entrevistados se eles sabiam o que era comprimento de onda, 44% das pessoas responderam que “sim, com certeza”, 22% “sim, ouvi falar” e 34% responderam “não” ao item e, da pergunta de número 1. Tais resultados nos parecem preocupante, já que a grandeza física: comprimento de onda, não é estudado apenas na física das radiações, mas deve ser abordado também no estudo da ondulatória, mesmo assim, boa parte das pessoas não sabem do que se trata.

No item f, último item da pergunta de número 1, indagamos as pessoas se elas sabiam do que se tratava o termo proteção radiológica, como podemos observar no gráfico acima, 20% responderam que “sim, com certeza”, 15% “sim, ouvi falar” e cerca de aproximadamente 65% responderam que não sabiam do que se tratava. Mesmo grande parte da população tendo sido submetida a exames radiológicos, uma parte consideravelmente alta dela (cerca de 65%) não sabe do que se trata a proteção radiológica.

Na pergunta de número 2, interrogamos as pessoas entrevistadas: “Você já ouviu falar em radiação ionizante?” Onde 68% responderam que não sabiam do que se trava, 24% “sim, ouvi falar” e apenas 8% disseram que sabiam. Resultados que reforçam nossa proposição acerca da atualização do currículo de física do EM no tocante a física das radiações.

A pergunta de número 3, foi a seguinte: “Você já ouviu falar em Wilhelm C. Röntgen?” E como podemos observar no gráfico da figura 4, aproximadamente 86% responderam “não” à pergunta, cerca de 12% “sim, ouvi falar” e apenas 2% disseram que sabiam quem foi Wilhelm C. Röntgen. Mesmo Röntgen tendo sido o descobridor dos raios X e laureado com um prêmio Nobel, estes resultados provam que a maior da parte da população desconhece-o.

Na quarta pergunta, indagamos as pessoas entrevistadas: “Você já ouviu falar em radiação gama ou radiação X?” Cerca de aproximadamente 32% responderam “sim, com certeza”, 44% “Sim, ouvi falar” e 24% disseram que não sabiam do que se tratava. Apesar da grande aplicabilidade das radiações ionizantes na medicina, indústria e tecnologia uma parte considerável das pessoas não tem uma noção bem definida sobre.

A pergunta de número 6 foi em relação a gestantes e radiação X, perguntamos as pessoas: “gestantes podem ser submetidas a exames radiodiagnósticos?” 22% das pessoas responderam “sim, com certeza”, 4% ficaram incertas em relação a isto e 74% responderam que “não.” Estes resultados podem estar relacionados aos resultados da pergunta de número 5. O fato de uma parte consideravelmente alta da população ter sido submetida a exames radiodiagnósticos. Pode resultar daí o fato de 74% afirmarem que gestantes não podem ser submetidas a estes tipos de exames.

A sétima pergunta foi em relação aos equipamentos de proteção radiológica, perguntamos: “você sabe por que nos exames radiodiagnósticos, os pacientes têm que usar protetores radiológicos?” Cerca de 49% responderam “sim, com certeza”, 29% “sim, ouvi falar” e 22% disseram “não”, que não sabiam a justificativa para toda a proteção presente na radiologia médica. Resultados que nos parecem preocupantes, já que como vimos nos resultados da pergunta de número 5, 82% da população já foram submetidas a radiação X e ser de extrema

importância que os pacientes usem protetores radiológicos na realização de exames radiodiagnósticos.

Na pergunta de número 8, indagamos as pessoas entrevistadas: “você já ouviu falar em efeitos biológicos da radiação?” 33% das pessoas responderam “sim, com certeza”, 19% “sim, ouvi falar” e aproximadamente 48% responderam “não”. Apesar da importância da proteção radiológica e a relevância do conhecimento acerca dos efeitos nocivos à saúde humana causada pela exposição exagerada, desprotegida da radiação ionizante, quase metade das pessoas entrevistadas não sabiam do que se tratava os efeitos biológicos da radiação.

Na última pergunta do questionário, pergunta de número 9, indagamos as pessoas: “Você gostaria que a física das radiações fosse abordada no ensino médio?” Cerca de aproximadamente 97% dos entrevistados responderam “sim, com certeza”, 1% ficou indeciso em relação a pergunta e apenas 2% disseram que “não.” Este resultado exhibe o alto grau de aceitação do tópico de física das radiações por parte da população, sendo este, um tema relacionado ao seu cotidiano.

Ao final das perguntas, pedimos as pessoas para analisar as imagens da figura 1 e ordenar numa ordem crescente de intensidade de radiação ionizante, onde a sequência correta seria: B-D-A-E-C ou D-B-A-E-C, pois nem a ultrassonografia nem a ressonância magnética são ionizantes. Apenas dois entrevistados acertaram esta sequência, porém 49 entrevistados optaram por colocar a opção B (ultrassonografia) como a de menor ou nenhuma incidência de radiação ionizante, e 22 entrevistados tiveram na Ultrassonografia a sua segunda posição na série.

Contudo, a opção D (ressonância magnética) apesar de não emitir radiação ionizante, pouco figurou entre as opções de menor ou nenhuma emissão, surgindo como primeiro da sequência apenas 01 vez, e em segundo da sequência 17 vezes, estando muito mais presente no final da série em último (13 entrevistados) ou penúltimo (40 entrevistados), onde se alocavam os de maior intensidade de radiação ionizante na concepção das pessoas consultadas.

A opção C (medicina nuclear) surgiu, de forma correta, na última posição da sequência, 65 vezes, além de 14 ocorrências em penúltimo. Ou seja, 79% entendem a medicina nuclear (PET) como um exame de grandes quantidades de emissões ionizantes.

6. CONCLUSÃO

Discutimos sobre a necessidade da inserção da física das radiações, assim como também, de tópicos da física desenvolvida no século XX, no currículo do ensino médio. Observamos nos documentos legais da educação nacional, como a LDB e os PCNs+ a orientação para introdução de tópicos de física moderna no currículo de física. Assim, como analisamos alguns trabalhos desenvolvidos sobre o referido tema. Onde pudemos observar a importância da introdução do tópico de física das radiações ionizantes, como também, de tópicos de física moderna na sala de aula do ensino médio.

Como apresentamos na análise dos resultados das perguntas, uma parte considerável dos pacientes que são submetidos a exames radiodiagnósticos, desconhecem a relevância da proteção radiológica. Os pacientes deveriam ser informados em relação a quantidade de radiação ionizante que serão expostos, tomando assim, consciência do grau de risco a que estão sujeitos. Isto serve para reforçar nossa proposição acerca da importância do ensino da proteção radiológica e das grandezas e unidades da radiação.

No tocante aos resultados das sequências das imagens, queremos enfatizar ainda, o fato de que grande parte das pessoas entrevistadas acharem que no método da ressonância magnética é usada uma grande quantidade de radiação ionizante, onde na verdade, é utilizada radiação não-ionizante. O que demonstra que, boa parte da população não sabe distinguir com precisão um exame onde não é usado radiação ionizante, de outro onde é utilizado radiação ionizante.

Os resultados das perguntas do questionário servem para corroborar a necessidade da inserção do tópico de física das radiações no currículo do ensino médio, podendo servir até mesmo como assunto introdutório dos tópicos de física moderna, outrossim, podendo ainda se relacionar a assuntos de outras áreas da ciência. Possibilitando desta maneira, a interdisciplinaridade na sala de aula. Estes resultados nos mostram um quadro bastante favorável para o ensino de tópicos de FMC, atualizando assim, o currículo de física do ensino médio. Onde pudemos constatar até mesmo o interesse da população pela aprendizagem do tópico de física das radiações.

7. AGRADECIMENTOS

Quero agradecer aos meus professores por terem sido exemplos de bons profissionais. Em especial ao meu orientador, o Prof. Dr. Jacques Cousteau Borges, pela paciência e dedicação. Quero agradecer também a CAPES, por ter me proporcionado o desenvolvimento do gosto pelo ensino e a oportunidade de iniciar, mesmo ao longo do curso, a carreira docente, através do PIBID. Agradeço também ao FNDE, pelo privilégio de ter participado do PET, experiência muito enriquecedora para minha vida acadêmica.

Agradeço aos meus amigos pelo contínuo apoio e aos meus familiares pelo carinho e auxílio incondicional com que me acolheram ao longo desses anos do curso, vocês foram meu porto seguro.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GARCIA, Eduardo A. C. **Biofísica**. São Paulo: Sarvier, 2002.

OKUNO, Emico. **Radiação: efeitos, riscos e benefícios**. São Paulo: Harbra, 2007.

OKUNO, Emico; CALDAS, Iberê; CHOW, Cecil. **Física para ciências biológicas e biomédicas**. 1ª ed. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1982.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei n. 9394 de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. **PCNEM + Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

LOCH, Juliana; GARCIA, Nilson Marcos Dias. **Física moderna e contemporânea na sala de aula do ensino médio**. Florianópolis: VII Enpec, 2009.

PARISOTO, Mara Fernanda; MOREIRA, Marco Antônio; MORO, José Tullio. Subsunções para a física aplicada a medicina, no contexto do ensino de física. **Ensino, Saúde e Ambiente**. v.5, pg. 43-62. abr 2012. ISSN 1983-7011

ARRUDA, Walter Oleschko. **Wilhelm Conrad Röntgen: 100 anos da descoberta dos raios X**. Curitiba: **Revista**, 1996.

OSTERMANN, F. e MOREIRA, M. A.; Tópicos de Física Contemporânea na Escola Média: um Estudo com a Técnica Delphi; In: Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física, 6., 1998, Florianópolis. Atas... Florianópolis, Imprensa Universitária da UFSC, 1998.

OLIVEIRA, Fabio Ferreira; VIANNA, Deise Miranda; GERBASSI, Reuber Scofano. **Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 3, pg. 447-454; 2007.