



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ- UFC
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA**

FRANCISCO CARLOS RIBEIRO RODRIGUES JUNIOR

**O ENSINO DE FÍSICA COM USO DE APARELHOS DE IMAGEM DIAGNÓSTICA:
UM ESTUDO COMPARATIVO**

FORTALEZA

2017

FRANCISCO CARLOS RIBEIRO RODRIGUES JUNIOR

**O ENSINO DE FÍSICA COM USO DE APARELHOS DE IMAGEM DIAGNÓSTICA:
UM ESTUDO COMPARATIVO**

Texto de Dissertação submetido ao Curso de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Área de Concentração: Ensino de Física

Orientador: Dr. Isaias Lima Batista

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R613e Rodrigues Junior, Francisco Carlos Ribeiro.

O ensino de física com o uso de aparelhos de imagem diagnóstica :um estudo comparativo / Francisco Carlos Ribeiro Rodrigues Junior. – 2017.

111 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Fortaleza, 2017.

Orientação: Prof. Dr. Isaias Lima Batista.

1. Ensino de Física. 2. Máquinas. 3. Imagem Diagnóstica. I. Título.

CDD 372

FRANCISCO CARLOS RIBEIRO RODRIGUES JUNIOR

**O ENSINO DE FÍSICA COM USO DE APARELHOS DE IMAGEM DIAGNÓSTICA:
UM ESTUDO COMPARATIVO**

Dissertação apresentada como requisito para
obtenção do grau de Mestre no Ensino de
Ciências e Matemática pela Universidade
Federal do Ceará. Título: O ensino de Física
com uso de aparelhos de imagem diagnóstica:
um estudo comparativo

Aprovada em: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof: Dr. Isaias Lima Batista – Orientador
Universidade Estadual do Ceará

Profa. Dra. Silvany Bastos Santiago – IFCE
Instituto Federal do Ceará-UFC

Profº: Dr. Vicente de Oliveira Sousa Neto
Universidade Estadual do Ceará

AGRADECIMENTOS

Um trabalho de pesquisa sempre conta com a contribuição de inúmeros colaboradores.

Agradeço a Deus que tem iluminado os caminhos de uma missão importante para a vida profissional, permitindo a minha vitória.

Ao meu orientador, o Professor Doutor Isaias Batista de Lima, que me muito me ajudou na construção deste trabalho, avaliando, criticando, indicando e sugerindo.

Ao Magnífico Reitor do Centro Universitário Christus, Doutor José Lima de Carvalho Rocha que me incentivou, dando condições para a minha presença nas disciplinas aos sábados visto que, estava em horário de trabalho. Ainda me autorizou a fazer a pesquisa, através de um curso de extensão gratuito com o grupo de alunos participantes da pesquisa nas instalações da Unichristus.

À Doutora Norma Selma Santo Costa que, além de sempre me apoiar nessa empreitada, tornou possível que parte da pesquisa ocorresse em um Hospital Público de Fortaleza.

À Professora Doutora Eloneid Felipe Nobre, que me acompanhou na graduação Física e na Especialização em Prática e Ensino de Física, sendo nessa última minha orientadora no trabalho de monografia.

Ao mestre Mac Gaiver Castro que me auxiliou no estudo estatístico dos dados da pesquisa, buscando os melhores instrumentos.

A minha família pela compreensão e apoio durante esta minha trajetória de vida acadêmica e profissional.

A todos os professores, por terem estimulado meu senso crítico e acrescentado conhecimento em diversas áreas da Física.

A todos os amigos de mestrado, com os quais me envolvi nos anos de 2014 a 2016, por conta desta pesquisa que, direta ou indiretamente possibilitaram sua realização, contribuindo para uma visão dos problemas educacionais e suas possíveis soluções.

Agradeço também ao jornalista e doutor em Difusão do Conhecimento, Marcílio Rocha Ramos, pelas profícuas contribuições nos momentos de maior "aperreios".

"Você não pode provar uma definição.
O que você pode fazer é mostrar que ela faz
sentido."

Albert Einstein

RESUMO

A época atual tem sido marcada por um processo agressivo de mudanças sociais, econômicas, políticas e sociais que tem implicado em novas formas de subjetivação e compreensão do mundo. As novas tecnologias da informação e comunicação amparadas na internet tem também implicado em formas sempre mais complexas e mediadas de aprendizagem. Tais mudanças tem repercutido em sala de aula através da busca, por parte do professor, de novas formas de ensinar. O uso de meios materiais que potencialize o ensino e a aprendizagem tem sido comum nessa busca da melhoria do ensino. Assim sendo, esta pesquisa teve por objetivo geral analisar o ensino de física a partir do uso da máquina de imagem diagnóstica. Teve como objetivos específicos: Estabelecer as relações entre o ensino de física e a máquina; Historicizar o ensino técnico e tecnológico; Relatar os processos históricos do ensino de física; Descrever como ocorreu o desenvolvimento do ensino de radiologia. A pesquisa trabalhou com dois grupos, a saber: turma de pesquisa que teve acesso à máquina na produção da disciplina Física Radiológica e a turma controle que não teve esse mesmo acesso, se constituindo de aula meramente expositiva. Como técnica de pesquisa se utilizou de um questionário em Escala Likert com o objetivo de avaliar o uso da máquina e seu potencial pedagógico. Em seguida foi aplicado um questionário aberto com o objetivo de verificar como os alunos avaliam o uso da máquina de imagem diagnóstica ajuda na aprendizagem de física. Foi ainda aplicado um questionário para verificar a aprendizagem das turmas de pesquisa e controle. As tabulações e análises comparativas ocorreram com o uso do programa estatístico SPSS for Windows (Statistic Package for Social Science versão 20.0), utilizando gráficos, tabelas e quadros que expressam os dados obtidos. O público alvo foram alunos de um curso técnico em radiologia de uma universidade particular de Fortaleza. Quanto à análise dos resultados da pesquisa se utilizou de uma abordagem quanti-qualitativa. A pesquisa concluiu que os saberes produzidos pelos dois grupos não foram significativos a ponto de se arbitrar que o uso da máquina influencia significativamente na aprendizagem dos alunos.

Palavras-chave: Ensino de Física. Máquinas. Imagem diagnóstica.

ABSTRACT

The present era has been marked by an aggressive process of social, economic, political and social changes that has implied in new forms of subjectivation and understanding of the world. The new technologies of information and communication supported by the Internet have also implicated in ever more complex and mediated forms of learning. Such changes have had repercussions in the classroom through the teacher's search for new ways of teaching. The use of material resources that potentiate teaching and learning has been common in this quest for improved teaching. Thus, this research had as general objective to analyze the teaching of physics from the use of the diagnostic imaging machine. It had specific objectives: To establish the relations between the teaching of physics and the machine; Historicize technical and technological education; Report the historical processes of physics teaching; Describe how the development of radiology teaching occurred. The research worked as two groups, namely: research group that had access to the machine in the production of the Radiological Physics discipline and the control group that did not have this same access, constituting a merely expositive class. As a research technique, a Likert Scale questionnaire was used to evaluate the use of the machine and its pedagogical potential. Then, an open questionnaire was applied with the objective of verifying how the students evaluate the use of the diagnostic imaging machine, aiding in the learning of physics. A questionnaire was also applied to verify the learning of the research and control groups. Comparative tabulations and analyzes were performed using the statistical software SPSS for Windows (Statistic Package for Social Science version 20.0) using graphs, tables and tables that express the data obtained. The target audience were students of a technical course in radiology from a private university in Fortaleza. Regarding the analysis of the results of the research was used a quantitative-qualitative approach. The research concluded that the knowledge produced by the two groups was not significant to the point that the use of the machine influence significantly in the students' learning.

Keywords: Physics Teaching. Machines. Diagnostic image

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa da rede federal nos anos de 1909 a 2010.....	23
Figura 2 - A luz branca, quando atravessa um prisma.....	41
Figura 3 - Classificação do espectro eletromagnético.....	42
Figura 4 - Raios X característicos.....	43
Figura 5 - Emissão de Raios X por frenagem.....	43
Figura 6 - Alunos Selecionados.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados da Pesquisa por Participante.....	56
Tabela 2 - Análise estatística entre grupos.....	59
Tabela 3 - Análise estatística.....	60
Tabela 4 - Comparação das Medianas e modas entre os Grupos/Afirmativa.....	62
Tabela 5 - Mediana e moda de todas as afirmativas para cada grupo.....	63
Tabela 6 - Correlação entre afirmativas e notas do grupo controle.....	65
Tabela 7 - Correlação entre notas e afirmativas do grupo Experimental.....	67
Tabela 8 - Máquina raios-x: aprendizagem, satisfação e interatividade.....	72
Tabela 9 - Formas de interação entre o aluno e a máquina.....	73
Tabela 10 - Aprendizagem dos conceitos sem interação com a máquina de raios-x...	74
Tabela 11 - Meios para fazer experimentos online sobre o ensino de radiologia.....	75

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	ENSINO TÉCNICO E TECNOLÓGICO	19
2.1	Escolas profissionais	19
2.2	Ensino superior tecnológico	24
2.3	Capacitação tecnológica	25
3	ENSINO DA FÍSICA	28
3.1	Evolução do ensino da física	29
3.2	Dificuldades no ensino de Física	31
3.3	Metodologias Diversificadas	34
4	ASPECTOS DO ENSINO DE RADIOLOGIA	38
4.1	Novas tecnologias	38
4.2	A Física na radiologia	40
4.3	Novas caracterizações	42
5	METODOLOGIA DA PESQUISA	46
5.1	Sujeitos da pesquisa	47
5.2	Procedimentos da pesquisa	49
5.3	Pesquisa quantitativa e qualitativa	49
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	55
6.1	Desempenho em grupo	55
6.1.1	Avaliações	56
6.1.2	Comparações em grupo	61
6.1.3	Correlações	63
6.2	Máquinas e Conexões	70
6.2.1	Máquina como um elo	71
6.2.2	Agenciamentos	74
6.2.3	Conhecimento sobre as máquinas	76
7	PRODUTO EDUCACIONAL	78
7.1	Plano de ensino diferenciado: um caminho para a obtenção de melhores resultados no aprendizado	78
7.2	A origem, construção e concepção da proposta	78
7.3	O Plano de Ensino de Física Radiológica aplicada à máquina de raios X ..	80
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	83

REFERÊNCIAS	86
APÊNDICE A – QUESTÕES ABERTAS A TURMA DE PESQUISA	89
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO ONLINE	90
APÊNDICE C – AVALIAÇÃO 1	100
APÊNDICE D – AVALIAÇÃO 2	105
APÊNDICE E – ESCALA LIKERT	108
APÊNDICE F- CARTAZ DO CURSO DE RAIOS X	109
ANEXO A – EQUAÇÕES ESTATÍSTICAS	110

1 INTRODUÇÃO

No sistema instrucional, as máquinas estão definindo estratégia para realização de tarefas e produzindo padrões de comportamentos nas práticas de transmissão de conhecimento. A interface com as máquinas ocorre tanto como uma 'ideologia' da 'qualidade' como também um meio dentro do qual se realizam processos de interação, produzidos pelos seres do conhecimento e a própria máquina no ambiente-aula. Neste ambiente, a interface é projetada pela apresentação de informações, associadas a dados armazenados, controles e comandos dos equipamentos. O ato de formar passa a ser também um ato de movimentar máquinas, tirar partido do conhecimento "preso" em suas estruturas de hardware e software. O desafio da produção do conhecimento está em transmitir informações bem editadas, claramente ditas e adequadamente modeladas. A avaliação é julgamento.

A sociedade em rede produziu um consenso sobre a necessidade das máquinas como se o cérebro não pudesse mais desenvolver conceitos sem sua mediação. Os cursos técnicos e tecnológicos radicalizam este sentimento de convivência com um novo empiricismo no qual se pretende que formandos(as) aprendam numa estética do prazer, da rapidez, da efetividade. Com efeito, por vezes, o uso da máquina se expressa como o próprio ato do ensinar - como se o objeto ensino-aprendizagem fosse à expressão mesma do seu desempenho. No entanto, a realidade que emerge no dia-a-dia das instituições, não raro, incorre em penúrias estruturais pela falta mesma das máquinas e de outras condições que afetam a produção do ensino marcadamente fracionado. Justo o fracionamento incorre em problemas para acionamento das máquinas nos processos formativos. Sem jogo de palavras, as máquinas "pedem" conexões. E isto ocorre de forma tão intensa e subliminar que em muitas situações suprem outras, mesmo que não tenham a mesma finalidade(SODRÉ,2012).

Neste sentido, a forte interdisciplinaridade no ensino de Física vai de encontro a uma sociedade hegemonicamente marcada pela presença das máquinas em que os diversos assuntos da Física se encaixam na explicação do funcionamento das aparelhagens. Ou seja: nenhuma máquina se aplica somente a uma disciplina. A máquina por mais técnica que seja sua percepção não tem uma função apenas disciplinar. Isto nos leva a indagar sobre o que uma máquina produz para além da finalidade mesma que a utilizamos? Respostas para indagações desta natureza passam por o questionamento do fracionamento do conhecimento, da disciplinaridade. Com efeito, frequentemente, a Física do ensino Médio é "fracionada" em tópicos como Mecânica, Termologia, Ondulatória, Óptica e Eletromagnetismo (GASPAR,2005).

Portanto, diante de uma sociedade conectada em rede, faltam justificativas explícitas que convençam sobre a divisão da Física dessa forma, no entanto persistisse a fragmentação da Física instituída por manuais estrangeiros utilizados no século XIX, quando a Física Moderna e Contemporânea (FMC) ainda não estava desenvolvida. Assim, as modificações na programação do ensino da Física no ensino Médio que, ocasionalmente possam ocorrer, são modestas - o que sustenta a exclusão de grande parte da Física desenvolvida no século XX.

Gaspar sustenta que nos discursos dos professores fica evidente a significância do ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC). É razoável que a justificativa para a não-inclusão da FMC não se deva a insuficiência acadêmica dos professores, visto que os tópicos de Física Moderna são lecionados nos cursos superiores de Física há vários anos. Alguns manuais de livros-texto de Física para o ensino Médio mostram que a FMC não está sendo contemplada nos currículos escolares e que os docentes teriam que possuir qualidades para uma real inserção desse assunto em tal escala de ensino .

Dessa forma, quais seriam as razões para os conteúdos da Física Contemporânea não se fazer presente nos currículos na importância em que ocorre mesmo do ponto de vista social? Entre os professores, as justificativas são diversas. Alguns argumentam que a FMC somente deveria ser vista após a total contemplação da Física Clássica. Assim, observa-se que tais docentes não conseguem perceber que a FMC possui implicações distintas da Física Clássica. Eles argumentam que a FMC está inserida numa perspectiva matemática, mais complexa, de difícil acesso aos alunos da escolaridade básica e técnica. Esta realidade acaba por inviabilizar o ensino da FMC em harmonia com situações do cotidiano.

Os avanços científicos e tecnológicos têm despertado nos jovens interesses por temas relacionados com as Ciências, justo considerando as relações de complexidade com o social. Mesmo a descoberta dos raios-x representou um dos grandes feitos da inteligência humana no final do século XIX, tendo uma repercussão imediata em todo o mundo. Em torno disso muitas especulações foram feitas, vindo a causar um grande interesse e fascínio nos cientistas e nos cidadãos comuns. Embora a reação em geral tenha sido de deslumbramento com aquela nova radiação, outras posturas foram observadas, mostrando uma relação de medo e insegurança (LIMA; AFONSO, 2009).

As propriedades dos raios-x, quer tenham encantado ou desagradado às pessoas, ocultavam os perigos advindos de sua manipulação indevida. Foi necessário um acúmulo de erros e tragédias para que se despertasse nas pessoas a necessidade do estabelecimento de protocolos de proteção radiológica.

O uso de procedimentos experimentais relacionados ao cotidiano pode estimular os discentes, tornando cativante o aprendizado. O ato de ver e interagir através de esquemas ilustrativos com os maquinários tecnológicos modernos torna a formação dos estudantes dinâmica, pois tais aprendizes sendo estimulados chegam às suas próprias concepções, de forma espontânea, visto que tais concepções foram criadas das relações entre o discente e o mundo que o envolve (ARAÚJO; ABIB, 2003).

Dentre as diversas tecnologias que são justificadas pela FMC, pode-se citar: os microprocessadores, a nanotecnologia, a microscopia eletrônica, a engenharia de materiais, os Raios X, a ressonância magnética, tomografia, tomografia por exposição de pósitrons (*Pet Scan*), a radioterapia, a análise de DNA, a tomografia, as telecomunicações, os sistemas de posicionamento como o GPS e o Galileu, a datação geológica, micro-ondas, transistores, a construção de células fotovoltaicas, as usinas nucleares, a espectroscopia, dentre outros.

Para Anjos (2008), o uso dessas tecnologias nos espaços escolares ainda são pouco utilizadas na perspectiva da construção da aprendizagem. A simples presença de máquinas no processo de aprendizagem não garante a efetividade na produção do conhecimento, sendo essencial à participação dos sujeitos do processo que promovem a interação e a comunicação na construção dos saberes. O que se percebe é que nas escolas pouco se utiliza as máquinas por que muitos professores ainda não sabem manuseá-las, sendo também necessário que reconheçam as potencialidades do seu uso nesse processo e, sobretudo porque ainda persiste uma forte cultura da grafia, da instrução, da transmissão do conteúdo por meio de estímulo-resposta.

Na última década do século XX, a educação básica brasileira sofreu modificações consideráveis com o surgimento das LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Foram criados os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN - com a finalidade de propiciar a todos discentes brasileiros uma mescla de conhecimentos necessários para o desenvolvimento de um cidadão. De acordo com os PCN, algumas questões da FMC são essenciais para os discentes tenham um entendimento mais amplo e seguro sobre a estrutura da matéria, o conhecimento de novos compostos materiais, de equipamentos tecnológicos que envolvam cristais e lasers, assim como a familiarização com circuitos integrados e microprocessadores¹.

Buscou-se, então, uma formação que tivesse como proposta a integração entre a formação geral e a formação profissional, ou seja, um currículo que tivesse como bases

¹ A regulamentação da educação tecnológica foi implantada pelo Ministério da Educação, através da LDB de 1996 e da Resolução CNE/CP3 do Conselho Nacional de Educação. Esta educação assumiu a forma de um ensino profissionalizante em nível de graduação com vista a preparar mão de obra para o mercado de trabalho.

ciência, a tecnologia, a cultura e o trabalho. Estes são eixos que estruturam e dialogam com uma visão contemporânea. A partir daí, surge à necessidade da criação de uma identidade para o ensino médio em escala nacional. Um curso apto a superar a dicotomia entre a formação geral e a formação profissional e que assegure “a formação de cidadãos capazes de compreender a realidade social, econômica, política, cultural e do mundo do trabalho para nela inserir-se a atuar de forma ética e competente, técnica e politicamente, visando contribuir para a transformação da sociedade em função dos interesses sociais e coletivos” (BRASIL, 2007, p. 25).

Nos PCN, observa-se também, a necessidade de que todos possam saber distinguir e lidar com as radiações eletromagnéticas e suas diversas aplicações. Contudo, a maior parte das escolas do Ensino Médio, assim como nos Cursos Técnicos em Radiologia, ainda deixam os alunos à margem dos conceitos básicos de Física Radiológica. Este é um problema também para esta disciplina. Então, como incluir estes conceitos e sua complexidade nos processos formativos? O que de fato ocorre quando estes conceitos são articulados em experimentações teórico-práticas? Que significância tem a máquina mesma como dispositivo formativo para articulação dos conceitos?

Lopes (2011, p. 37) afirma que “uma alternativa para a dinamização seria a variação das técnicas de ensino utilizadas; outra seria a introdução de inovações nas técnicas já amplamente conhecidas e empregadas”. Esta autora, no entanto, ressalta que a própria aula expositiva, na sua forma tradicional de articular o conhecimento, pode apresentar também vantagens entre suas limitações, desde quando favoreça o diálogo e as relações com as técnicas utilizadas pelo professor. Isto de fato ocorre nesta pesquisa quando se partiu para uma inter-relação entre equipamentos, conteúdos e pesquisadores – diferentes corpos em ação, em interfaces.

Aqui se introduz o conceito de interface em torno de *contacto*, *conexão*, movimento de *diferentes corpos* em ação. Trata-se de produzir redes de relações e comunicação entre diferentes níveis. Em torno da máquina de raio-x deve ocorrer às interfaces – interação e troca, extensão das potências e informação. Produz-se a interface pela comunicação, por meio de contatos entre estudantes a máquina de raio-x propriamente dita, realizando circuitos discursivos, educativos.

Nascimento (2001) afirma que particularmente no ensino da Física a utilização de máquinas seria uma excelente alternativa para superar as dificuldades de compreensão e articulação conceitual. Ele afirma que esta disciplina torna-se mais complexa por lidar com objetos que estão longe do contexto humano. O uso de animações, simuladores, dispositivos

em redes podem suprir ainda que parcialmente a ausência de objetos para experimentos. Isto ocorre especificamente, por exemplo, no uso de máquinas raio x na disciplina de Física Radiológica.

Vivemos numa situação de permanente acionamento de máquinas. A máquina raio x é um requisito da qualidade do curso para superação das práticas de representação pela experimentação. O uso da máquina como um instrumento de interface envolve ao mesmo tempo produção de padrões, design instrucional e internalização. A máquina oferece uma mesa de comando e dentro dos seus componentes se aplica a intensidade de raio x, a corrente elétrica, a diferença de potencial, o tempo de exposição. E isto o próprio formando tem acesso para fazer seus comandos e conceitualizar. Tem acesso também a estrutura do chassi onde a imagem é formada pela ação sobre a placa de fosseis. Nestes processos de produção de imagem controlam a colimação, a abertura do feixe de raios, na saída dos tubos de raio x.

Do ponto de vista discursivo, é consenso que sua utilização produz qualidade na aprendizagem. No entanto, nem toda instituição tem uma máquina para produção de interfaces com a teoria – o que por este prisma pode implicar na qualidade da formação. Nestes contextos, há um esforço discursivo-didático para representar processos e superar pela cognição o exemplo prático. Que dimensões e efetividade este esforço pode alcançar? Esta resposta certamente envolve a arte do professor(a) e também dispositivos de redes, conexões extra-disciplinas.

A evolução tecnológica não deve mascarar as metodologias de ministrar as aulas, tornando-se a fonte principal do conhecimento. Tais tecnologias devem servir como uma referência para o desenvolvimento de técnicas de ensino modernas e estimulantes, buscando atingir o aluno de uma forma mais ampla, tornando o estudo da física agradável e menos assustador. Assim, a ausência da máquina pode ser minimizada através de metodologias ativas, como o uso das novas mídias, promovendo no aluno a necessidade de pensar, tirar conclusões e buscar respostas acerca de lacunas deixadas pela carência do maquinário. Dessa forma o professor se torna um mediador de atitudes, atuando diretamente na forma que o aluno esquematiza sua forma de analisar e compreender os conteúdos. O docente deve sempre buscar manutenção do modelo de pensar do aprendiz, atuando com um interventor de acabamento, otimizando sua maneira de aprender, corrigindo suas falhas e evoluindo na forma de tirar conclusões (MASSETO, 2001).

A vivência entre estas situações traz uma indagação acerca do potencial da interface com máquinas nas relações de formação, comparando as respostas conceituais dos jovens profissionais em situações adversas por meio de dois grupos, um com acesso ao equipamento,

no caso uma máquina de raio x e o outro grupo sem acesso a máquina. Com efeito, esta pesquisa trata do que ocorre quando jovens profissionais em formação respondem sobre conceitos disciplinares de física ao se depararem em condições de interação com um equipamento que traz em si conteúdos práticos agregados à profissão, analisando em que medida o ensino da Física é facilitado com o uso de máquinas, nos tópicos de física aplicados ao aparelho de raio x.

Assim, o objetivo deste estudo é confrontar grupos de estudantes com acesso a máquinas instrumentais nos processos formativos (nesta pesquisa uma máquina raio-x); analisar aprendizado destes grupos por meio de respostas conceituais, indagando como o grupo consegue aprender os conteúdos disciplinares de física sem a máquina em uma aula tradicional (expositiva). No âmbito mais geral o que está em problematização mesmo são interfaces com máquinas em processos formativos.

Trata-se de uma investigação quanti-qualitativa posto que produz comparações, dimensões e propriedades sobre as relações entre grupos estruturados utilizando-se escalas e ao mesmo tempo questões abertas para detectar valores, subjetividades que permeiam os processos de interface com as máquinas. A proximidade das respostas entre grupos que tiveram acesso e os que não tiveram a interface com a máquina parece indicar que a máquina por si não é determinante no processo.

Com estes pressupostos e as respostas desta pesquisa se pode pensar uma modelagem considerando situações de diferentes estruturas para a produção qualitativa de conhecimento, acionando máquinas presenciais e redes de máquinas online. Decerto, as máquinas sempre foram bem vindas às ciências. Em verdade, a Física - e por especificidade - a Radiologia, sempre esteve associada a inovações técnicas, aliadas a computadores e softwares poderosos.

Neste sentido, a presente pesquisa está estruturada em 8 capítulos. Como Capítulo I se apresenta esta introdução, em que evidencia o contexto da pesquisa e os aspectos gerais da mesma. No Capítulo 2, intitulado *Ensino Técnico e Tecnológico*, aborda o ensino técnico no Brasil e o surgimento e desenvolvimento do ensino tecnológico. Já o Capítulo 3, sob a denominação de *Ensino da Física*, relatado as dificuldades enfrentadas pelos profissionais da educação e as tentativas de produção de novas didáticas excepcionalmente a partir dos meados do século XX. Enquanto o Capítulo 4, com o título *Aspectos históricos do ensino da Radiologia*, relata a história da radiologia no Brasil, descrevendo a importância da Física na Radiologia. O Capítulo 5, versa sobre a *Metodologia*, em que descreve os caminhos da pesquisa, da justificativa dos instrumentos e técnicas e algumas referências sobre os métodos qualitativos e quantitativos. O Capítulo 6, Resultados e Discussões, é dividido em dois

momentos o 6.1, apresenta as performances quantitativas, confrontando os dois grupos com os quais trabalhamos durante seis meses, avaliando interface com a máquina de raio-x. E o 6.2, com o título *Máquinas e conexões*, faz análise e discussão sobre os valores que os estudantes atribuem à máquina nos processos formativos. E as estratégias que os mesmos estudantes produzem quando se veem impossibilitados de acioná-las. Por fim, o Capítulo 7 constitui as *Conclusões*, em que há a apresentação das percepções e análises desta pesquisa tendo como foco a aprendizagem com máquinas de ensinar e as interfaces produzidas pelos estudantes em suas relações curriculares.

2 ENSINO TÉCNICO E TECNOLÓGICO

A primeira instituição no Brasil voltada para a formação profissional já trazia em seu nome intenções do ensino técnico e tecnológico foi o *Colégio de Fábrica* em 1º de Abril de 1808, implementado por Dom João (ARQUIVO NACIONAL, caixa 423, pacote 2). O colégio não trazia o jargão “preparação para o mercado” porque a linguagem era outra – mas a intenção é a mesma que Silveira (2006) assinala para o ensino técnico e tecnológico: atender interesses econômicos imediatos. O ensino da técnica, tradicionalmente, vem separado da teoria. Tradicionalmente também está direcionado a um público comandado pelas elites econômicas.

A Educação Profissional Tecnológica assume, cada vez mais, importância como elemento estratégico para a construção da cidadania e para uma melhor inserção de jovens e trabalhadores na sociedade. Mais do que um instrumento gerador de emprego e renda, também é um meio de redução das desigualdades sociais e fortalecimento da cidadania. Cabe a ela uma posição importante como elemento de destaque na educação, junto com outras políticas e ações públicas, para o desenvolvimento socioeconômico dos cidadãos (SOUZA, 2012). Por isso, o presente capítulo objetiva fazer uma descrição de como surgiram às escolas técnicas e o ensino tecnológico, apresentando seu desenvolvimento ao longo da história da educação no Brasil.

2.1 Escolas Profissionais

O colégio de fábricas visava desenvolver aprendizagens sobre artes mecânicas e formar mão-de-obra especializada com capacidades para atividades de manufatura e produção de novas máquinas, favorecendo o desenvolvimento de uma produção autônoma no Brasil. Sua importância histórica ocorreu pelo fato de ser o primeiro espaço de produção profissional articulado pelo poder público no Brasil com o objetivo de realizar formação técnica (ARQUIVO NACIONAL, caixa 423, pacote 2).

A criação do colégio de fábricas surgiu no início com intuito inovador, porém podemos afirmar que a grande parte da população (negros e pobres), não fazia parte do grupo que frequentava essa escola (SILVA, 2008). Não deixa de ser significativo também ressaltar, na contemporaneidade, outra iniciativa, agora do Ministério da Educação, com a Lei n 11.180 (setembro 2005), que cria o *Projeto Escola de Fábrica*, com a finalidade de ampliar as

possibilidades de formação profissional básica, favorecendo o ingresso de estudantes de baixa renda no mercado de trabalho.

Ainda de acordo com Silveira 2006, se o colégio de Fábrica visava atender artistas e aprendizes, o *Projeto Escola de Fábrica* se volta para jovens de baixa renda (faixa etária de 16 a 24 anos) para direcioná-los a diferentes segmentos da economia. Nos espaços de produção da formação, as próprias empresas exercem um papel predominante em redes para dividir responsabilidades na execução do curso. Ao se estudar o percurso histórico das políticas de formação técnica se observam tentativas de implantação de modelos por meio de ofícios manufatureiros das quais se sucedem escolas profissionais.

As escolas profissionais surgiram quando o governador Nilo Peçanha (1906), decretou a criação de instituições para o ensino profissionalizante. Nesta época foram implantadas dezenove institutos de estudantes e artesãos em diversas unidades federativas. Essas escolas além de contribuírem para a criação de profissionais qualificados, treinados e prontos para o mercado de trabalho, tinham a intenção de restringir a "ociosidade" dos jovens. As escolas eram também assistencialistas. Com o apoio financeiro do Governo, os alunos formados nessas escolas adquiriam conhecimentos essenciais para a atuação no mercado de trabalho (BRASIL, 1909).

Apesar do empenho do Ministério de Negócios e Agricultura Indústria e Comércio, as escolas de aprendizes e artifícios não atingiram o resultado almejado. As instituições de ensino não formavam profissionais suficientes frente à demanda das indústrias brasileiras. Além disso, o trabalho era fortemente marcado por um viés artesanal com oficinas deficientes, ambientes físicos inapropriados, escassez de docentes qualificados. Dessa forma, o ensino profissional atingiu o âmbito do conhecimento empírico, elevando os índices de evasão em relação ao número de matrículas (CUNHA, 2005).

Em 1942 foi elaborada a Lei n. 4.048/1942, que determina a criação de entidades especializadas, conhecidas como sistema "S", ao exemplo do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC), Serviço Social do Comércio (SESC), entre outros (BRAUN,2010).

No artigo 129, a Constituição Brasileira de 1937 se tornou a precursora no interesse do desenvolvimento do aprendizado técnico, profissional e industrial. O artigo inovador afirma que:

O ensino pré-vocacional e profissional destinado às classes menos favorecidas é, em matéria de educação, o primeiro dever do Estado. Cumpra-se dar execução a esse dever, fundando institutos de ensino profissional e subsidiando os de iniciativa dos Estados, dos Municípios e dos indivíduos ou associações particulares e profissionais. É dever das indústrias e dos sindicatos econômicos criar, na esfera de sua especialidade, escolas de aprendizes, destinadas aos filhos de seus operários ou de seus associados. A lei regulará o cumprimento desse dever e os poderes que caberão ao Estado sobre essas escolas, bem como os auxílios, facilidades e subsídios a lhes serem concedidos pelo poder público. (BRASIL, 1937).

As escolas de aprendizes e artífices ganharam a denominação de liceus profissionais, com a promulgação da lei 378 de 13 de janeiro de 1937. Já em 1942 surgem as escolas industriais e técnicas. Sua principal finalidade era propiciar ao estudante cursos profissionalizantes de nível técnico e ao mesmo tempo, possibilitar ao estudante formado na área técnica ingressar no ensino superior, desde que fosse na formação equivalente a sua área.

Em 1953, pela Lei da Equivalência, os egressos dos cursos técnicos passam a ter direito a frequentar qualquer escola superior. Contudo, o que se observava é que a formalização dos cursos técnicos e sua vinculação ao segundo grau não fizeram com que fosse vencida a dualidade entre formação geral e profissional (BRASIL, 1953). No ano de 1971, com a Lei 5.692 e sob a justificativa de carência de técnicos de nível médio, instituiu-se a profissionalização compulsória em todos os cursos de segundo grau. Em 1982, com a Lei 7044/82 produzida a partir de emenda de lei 5.692/71 o governo produziu o dispositivo de obrigatoriedade revogado e passando a ser opção da escola e do aluno (SALVIANI, 1989).

O Decreto, em suas considerações iniciais diz: “se torna necessário não só habilitar os filhos dos desfavorecidos da fortuna com indispensável preparo técnico intelectual, como fazê-los adquirir hábitos de trabalho proveitoso, que os afastará da ociosidade, escolas de vício e do crime”.

Nesse cenário, as Escolas Industriais e Técnicas passam por mais uma transformação, sendo denominadas de Escolas Técnicas Federais, incumbidas da formação técnica, resultando em um profissional qualificado para atender a crescente demanda industrial brasileira. Neste período em 1959, através do decreto nº 47.038 ficou aprovado o regulamento de ensino industrial (PEREIRA; RAMOS, 2006).

O ano de 1971 marca a criação da LDB de nº 5.692/71 que transforma todo o currículo do segundo grau e do ensino técnico profissional, proporcionando uma reforma no ensino

primário e secundário brasileiro. A fim de suprir as demandas sociais e econômicas da época, ela firmava que o ensino de segundo grau teria como objetivo único à educação profissionalizante, preparando o aluno para tarefa profissional e ingresso imediato no mercado de trabalho. Para atender as demandas educacionais de um país em pleno processo de desenvolvimento industrial, em 1978, com a Lei nº 6.545 três Escolas Federais são transformadas em Centros Federais de Educação Tecnológica. A criação dos CEFET's permitiu o ingresso de outras classes sociais à educação técnica profissionalizante, deixando de ser exclusiva para a classe menos favorecida economicamente e acarretando a matrícula de alunos da classe média e alta.

Os CEFET's passaram a formar engenheiros e tecnólogos, o que depois viria a se descentralizar por outras escolas. Nos anos 80 foi instituída a Nova LDB, através da Lei nº 9.394/96. No esteio dessa lei é criada, em 1993, a lei nº 8.670, fortalecendo ao surgimento de mais escolas de ensino profissional no Brasil, propiciando a expansão da rede, sendo criados dezesseis novos centros de estudos técnicos.

A partir do ano de 1994, através da lei nº 8.948/94, o governo inicia nova fase na educação técnica e profissional. Transforma escolas técnicas e Agrotécnicas em Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFET's), o que visava alcançar melhorias nas instalações físicas, nos laboratórios e equipamentos adequados com a melhoria no corpo técnico-pedagógico; bem como nas condições administrativas, possibilitando aos CEFET's recursos humanos e financeiros essenciais ao seu funcionamento.

O ano de 1997 foi criado o Programa de Expansão da Educação Profissional (PROEP), através do decreto nº 2.208 que também regulamenta a educação profissional. Este programa foi uma iniciativa do Ministério da Educação e Cultura em parceria com o Ministério do Trabalho e Emprego que visava à modernização e a expansão do sistema educacional profissional. Através de uma categoria de ensino onde passava a atender alunos do ensino básico, nível superior e trabalhadores de uma forma geral. A educação profissional compreende os seguintes níveis:

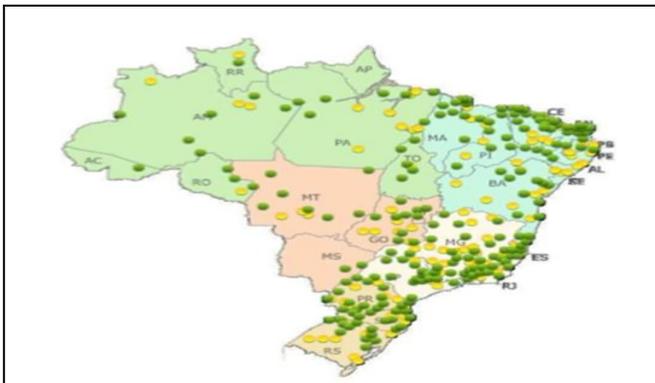
- i. Básico: destinado à qualificação, requalificação e profissionalização de trabalhadores, independente de escolaridade prévia;
- ii. Técnico: destinado a proporcionar habilitação profissional a alunos matriculados ou egressos do ensino médio, devendo ser ministrado na forma estabelecida por este Decreto;
- iii. Tecnológico: correspondente a cursos de nível superior na área tecnológica, destinados a egressos do ensino médio e técnico (BRASIL, 1997).

A criação deste programa tinha como única finalidade reorganizar a educação brasileira com recursos originais do governo federal, sendo 25% do Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT) e os 50 % restantes adquiridos de empréstimos da união com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID). No período mais recente, entre 2003 a julho de 2004, tem início um novo debate sobre o papel do ensino médio e da educação em contexto nacional. Dessa forma procurou-se formar uma grade curricular que permitisse agregar a formação geral e a formação profissional. Neste aspecto as diretrizes curriculares adotaram três vertentes tendo como base a ciência, a tecnologia e a cultura, tendo uma visão moderna de trabalho. Houve nessa época a separação dos cursos, cada um assumindo a sua identidade, um para formação profissional e outro para formação geral, com o objetivo de contribuir para mudança da sociedade em função dos interesses sociais e coletivos (BRASIL, 2007).

Em 2006, o Decreto n. 5.840 institui, em âmbito federal, o Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação de Jovens e Adultos – PROEJA – que assegura aos adultos que não tiveram acesso ou que não puderam dar continuidade aos estudos na idade regular oportunidades educacionais apropriadas mediante características do alunado, seus interesses, condições de vida e de trabalho, por meio de cursos e exames. (art. 37, LDB).

O ensino tecnológico no Brasil passa, a partir de então, por uma fase de descentralização com a criação de novas unidades. Isso ocorre no ano de 2007, que marca o lançamento da segunda fase do plano de expansão da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica, abrangendo diversas regiões do país ofertando cursos de qualificação técnico, superior tecnológico e de pós-graduação. A rede federal fica mais regionalizada e não somente localizada nas capitais, constituindo assim os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia – IFETs. Essa regionalização e integração da rede vêm avançando no Brasil, conforme mostrado no mapa de expansão da rede (Figura 1):

Figura 1 - Mapa da rede federal nos anos de 1909 a 2010.



● Criados entre 1909 a 2002.

● Criados entre 2003 a 2010.

Total de campi: 354

Municípios atendidos: 321

No ano de 2011, no Governo da presidenta Dilma Rousseff, inicia-se a descentralização e regionalização da rede federal de ensino tecnológico com a criação de quatro universidades federais; a abertura de quarenta e sete campi universitários e duzentos e oito unidades dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, atendendo a mais de 512 municípios de diversas regiões do Brasil. Ficando clara a agressiva expansão do ensino superior tecnológico no Brasil nas últimas décadas.

Há a ampliação do ensino superior tecnológico que produz um novo status profissional que oferece uma formação prática e técnica. A educação tecnológica deve se relacionar com outras dimensões que não dizem respeito somente aos aspectos de aplicações técnicas, mas também aos aspectos social, econômico, às políticas do processo de produção, bem como à reprodução da tecnologia (DUARTE, 2012). Na educação tecnológica, busca-se evitar a fragmentação do conhecimento, procurando vincular a concepção à execução, os conhecimentos científicos aos caminhos de suas aplicações.

2.2 Ensino superior tecnológico

Desde os anos 60 que o Brasil vem se destacando em sua política de expansão do ensino tecnológico atrelado as demandas do mercado de trabalho. O ensino tecnológico tem abrangido duas esferas de capacitação: a educação formal e a educação acadêmica. (COLENCI, 2008). Em 1964, ano do golpe, diversas mudanças foram aplicadas no conceito do MEC; assim, “o novo MEC”, agora com caráter técnico, em menos de um ano, adaptou ao Ministério da Educação e Cultura um novo estilo, mostrando de forma simultânea uma diferenciação entre cursos no ensino superior. Uns voltados para o caráter científico e para a formação sólida e outros voltados para a criatividade, projetos e pesquisas.

Diante deste quadro, em 1965 o MEC além de permitir que fossem implantados os cursos de engenharia de operação na ETF da Guanabara conveniada com a Escola de Engenharia da Universidade do Brasil, indicou com base na orientação do segundo grupo de trabalho, a ampliação dos cursos também em outras escolas técnicas federais.

No ano de 1969, foi autorizado pelo Decreto-lei que houvesse uma organização e o funcionamento dos cursos superiores de curto tempo de conclusão nas escolas técnicas, escusando de forma total a articulação com a Escola de Engenharia. Neste mesmo ano, foi autorizado pelo Decreto-lei 769, a implantação daqueles cursos das Escolas Técnicas de Minas Gerais e Paraná.

A partir da implantação dos Centros Federais de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, Minas Gerais e Paraná, no ano de 1978, a partir da Lei Federal nº 6.545, servindo de modelo para a formação de profissionais tecnólogos em cursos de curta duração e engenheiros industriais em cursos com durações convencionais, deu início no país, a um aprimoramento no conceito de educação tecnológica. Tal conceito determinou a política diretriz de futuros projetos do MEC, tendo como resultado a obtenção de lucro a serviço do capital e não como resultado do trabalho humano a técnica, a ciência e a tecnologia.

Devido à crise do capital ocorrida entre 1979 e 1982 e a fundação dos três primeiros CEFETs que comprovava o enfraquecimento do nível de concentração tendo como base a produção de bens de consumo, já na vigência do III PND, com o modelo nacional-desenvolvimentista sendo cambiado pela ampliação do agronegócio e o terceiro setor crescendo no mercado, as ações na esfera do MEC, foram retraídas até o final da primeira metade dos anos de 1980, tendo sido reconhecido, somente, o modelo CEFET como sendo “válido e eficaz”, segundo o artigo 3º do Decreto no 87.310/82, regulamentador da Lei no 6.545/78 de criação dos CEFETs:

Integração do ensino técnico de segundo grau com o ensino superior; ensino superior como continuidade do ensino técnico de segundo grau, diferenciado do sistema de ensino universitário; acentuação na formação especializada, levando-se em consideração tendências do mercado de trabalho e do desenvolvimento; atuação exclusiva na área tecnológica; formação de professores e especialistas para as disciplinas especializadas do ensino técnico de segundo grau; realização de pesquisas aplicadas e prestação de serviços; estrutura organizacional adequada a essas peculiaridades e aos seus objetivos.

Desde a batalha pela equivalência até a falha na profissionalização compulsória, tais posições vêm se materializando de forma histórica nos âmbitos jurídicos e políticos educacionais do Brasil. Houve um intenso debate em defesa de um pressuposto de formação integral nos anos oitenta, surgindo o conceito de politécnica (SAVIANI, 1989). Contudo, o sistema político neoliberal dos anos noventa do século XX, assegurou uma regressão histórica em vista da segregação do ensino médio e da educação profissional (GARCIA, et all, 2005).

2.3 Capacitação tecnológica

O conceito sobre a capacitação profissional tecnológica mostrava-se em estágio avançado no início de 1990, onde foi denominado de educação tecnológica, passando a ser intitulado de educação moderna que estaria apto para acompanhar o desenvolvimento das forças produtivas e estando próximo do mercado, para atender os setores primário, secundário

e terciário da economia. Tendo em vista que os cursos técnicos superiores deformam a educação tecnológica e se qualificam por terem uma menor duração do que os cursos de graduação em licenciatura e bacharelado, é necessário que haja uma redução significativa na organização curricular, que vem a realçar o aprimoramento das habilidades e competências requeridas pelo mercado de trabalho e no que diz respeito ao saber fazer, pensar e inovar; dominando, desta forma, o mundo empresarial.

A regulamentação da educação tecnológica foi implantada pelo Ministério da Educação, através da LDB de 1996 e da Resolução CNE/CP3 do Conselho Nacional de Educação. Esta educação assumiu a forma de um ensino profissionalizante em nível de graduação com vista a preparar mão de obra para o mercado de trabalho. Buscou-se, então uma formação que tivesse como proposta a integração entre a formação geral e a formação profissional, ou seja, um currículo que tivesse como bases a ciência, a tecnologia, a cultura e o trabalho que servissem como eixos que estruturassem e dialogassem com uma visão contemporânea de trabalho. A partir daí, surge à necessidade da criação de uma identidade para o ensino médio em escala nacional. Um curso apto a superar a dicotomia entre a formação geral e a formação profissional e que assegure “a formação de cidadãos capazes de compreender a realidade social, econômica, política, cultural e do mundo do trabalho para nela inserir-se a atuar de forma ética e competente, técnica e politicamente, visando contribuir para a transformação da sociedade em função dos interesses sociais e coletivos” (BRASIL, 2007, p. 25).

No ano de 2006, foi determinado em escala federal, pelo Decreto n. 5.840, o Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação de Jovens e Adultos (PROEJA) garantindo aos adultos que foram impossibilitados de concluir seus estudos na idade regular, oportunidades educacionais condizente com as características do aluno, seus interesses, condições de vida e de trabalho, por meio de cursos e exames (art. 37, LDB).

Em 2007, foi lançada a segunda fase do Plano de Expansão da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica, que objetivou garantir à população mais 150 novas unidades de ensino, totalizando 354 até o final do ano de 2010, abrangendo diversas regiões nacionais e ofertando cursos de qualificação, ensino técnico, superior tecnológico e de pós-graduação, de acordo com as necessidades de desenvolvimento local e regional, formando, então, os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia – IFETs.

O Ensino Técnico e Tecnológico vem avançando no Brasil, contando com o apoio da Secretaria de Educação Tecnológica (SETEC), anteriormente denominada Secretaria de Educação Média e Tecnológica (SEMTEC/MEC), procurando manter uma proximidade entre a população e o governo de forma que o Ensino Tecnológico brasileiro possa evoluir com

ideias inovadoras a fim de melhorar as leis que regem essa categoria da educação. As escolas técnicas e o ensino tecnológico surgem com a necessidade de formar mão-de-obra qualificada e assim desenvolver a economia do país. Ao longo dos anos, tal modalidade de ensino tem crescido e ganhado apoio cada vez mais apoio do governo.

Os cursos superiores de tecnologia cresceram 96,67% entre 2004 e 2006, passando de 1.804 para 3.548 em todo o país, segundo dados do Ministério da Educação. Só no Estado de São Paulo, de 1998 a 2004, a quantidade de alunos ingressantes nas graduações tecnológicas aumentou 395%, de acordo com o Censo Nacional da Educação Superior (DUARTE, 2012).

No Brasil, a questão da educação e da qualificação profissional apresenta-se com alto grau de prioridade, a inclusão dos tecnólogos no mercado de trabalho deve recuperar, em pouco tempo, a distância que nos separa da qualidade dos serviços prestados no mundo desenvolvido. Ao longo dos anos, veio sofrendo pequenas alterações e adequações para se adaptar às mudanças sociais (DUARTE, 2012).

A necessidade de formar profissionais qualificados e competentes para atender às demandas do mercado de trabalho vem se tornando cada vez mais urgente. A globalização e a alta competitividade entre diferentes mercados fazem com que as escolas tenham que qualificar seus estudantes melhor e mais rapidamente. Quando se trata do ensino da Física as dificuldades enfrentadas nas escolas não são diferentes, má formação de profissionais nessa área, os alunos não tem interesse pelo ensino da física, alegando ser de difícil compreensão e as escolas não estão equipadas com laboratórios que facilitem o conhecimento prático do que é ensinado, muitas vezes o ensino se torna desinteressante para os estudantes.

3 ENSINO DA FÍSICA

Existe uma grande dificuldade em compreender o que está sendo estudado no ensino da Física, por ser um ramo da Ciência que detêm de muitos conceitos e, em muitas vezes, há uma necessidade de abstração, pois existem inúmeras situações que a visão concreta de um conteúdo se torna inviável, além de estar sendo pouco trabalhado na educação básica. É preciso buscar novas alternativas de aprendizagem que levem os estudantes a repensar o já estudado. A Física aborda conceitos, leis, fórmulas e teorias que buscam explicar o universo - explicando questões fundamentais tais como fenômenos físicos naturais.

A compreensão do ensino da Física é considerada satisfatória quando o aluno consegue construir conceitualmente os fenômenos físicos e relacioná-los com seu cotidiano. Para Pozo; Crespo (2009) os professores têm enfrentado grandes dificuldades nas salas de aulas devido às tentativas de manter um tipo de educação científica em que os conteúdos, suas atividades de aprendizagem e seus critérios de avaliação estão baseadas em práticas tradicionais.

Na década de setenta, após o ingresso dos PCNs – Projetos Curriculares Nacionais, os assuntos relativos ao ensino e aprendizado de Física foram intensificados. Tais projetos deixavam a desejar no que se referia à criação de um modelo ideal de ensino de Física. Não havia clareza nas metodologias que deviam ser utilizadas para que o aprendizado de Física pudesse ser alcançado de forma agradável e objetiva (MOREIRA, 2000).

Dias (2001), afirma que a Física não deve ser vista como uma área de simples entendimento. À medida que tal pensamento é sedimentado, muitas problemáticas de aprendizado encontradas pelos alunos ficam esquecidas, tornando o ensino da Física menos significativo e consideravelmente superficial. Araújo; Sousa (2010), diz que os alunos não gostam da disciplina de Física por se tratar de uma matéria difícil, e ainda tem os que questionam a sua utilidade prática. No entanto os avanços tecnológicos vindos da ciência Física estão presentes no seu dia a dia, em um chip de computador com seus circuitos integrados, ao tirar uma radiografia e em diversas situações propiciadas pelos avanços decorrentes da FMC, que abriu caminho para o uso de diversos dispositivos tecnológicos, como o laser utilizado nas leituras ópticas de códigos de barra dos produtos comercializados em lojas modernizadas, os celulares com seus sofisticados recursos. Entretanto, a abordagem desses produtos da FMC continua distante da realidade vivida pelo aluno, contribuindo para ampliar a rejeição ao modelo de ensino vigente.

Observa-se que os discentes se sentem apreensivos em relação aos conceitos físicos que envolvem um determinado fenômeno, mostrando que tais dificuldades não podem ser desprezadas e devem servir como referência para a busca de novos caminhos para o ensino e aprendizado. Diante da importância do ensino da Física o presente capítulo busca desenvolver um breve histórico sobre a evolução de seu ensino nas escolas Brasileiras, apontando as dificuldades enfrentadas pelo professor, destacando também o perfil desse profissional no ensino de Física.

3.1 Evolução do ensino da Física

A educação no Brasil tem sofrido muitas mudanças com o passar dos tempos na busca de uma melhor qualificação no ensino. Muitas delas foram propostas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (9394/96), os quais foram implantadas no ensino fundamental, médio e superior. No caso da Física seu processo de construção ocorreu ao longo da história da humanidade, no qual recebeu influências culturais, econômicas e sociais, que foram relevantes para o desenvolvimento de tecnologias diversas e, que ao mesmo tempo é por elas incentivado.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs (1999, p. 59):

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos (PCNs, 1999, p. 59).

Tendo como objetivo apresentar conhecimentos aos estudantes para capacitá-lo em sua maneira de pensar e agir, ou seja, para lidar com situações reais tais como crises de energia, problemas sócio-ambientais, manuais de produtos e equipamentos, exames médicos etc. Embora seja claro que a metodologia a ser adotada no ensino da Física, seja experimental, com aulas demonstrativas e práticas de experiências, ainda são quase inexistentes essas práticas.

Ensino e aprendizagem são interdependentes por melhor que sejam os materiais instrucionais, do ponto de vista de quem os elabora, a aprendizagem não é uma consequência natural (MOREIRA, 2000). Na década de 80, no ensino da Física, ficou concentrando em resoluções de problemas, representações mentais dos alunos, formação inicial e permanente de professores. Atualmente, essa disciplina escolar vem englobando um conjunto desses paradigmas, mas infelizmente, algumas instituições de ensino voltaram a referenciar somente

o livro didático, que segundo Moreira (2000), possui muitas cores, figuras e fórmulas distorcidas pelos programas de vestibular e ENEM. Os PCNs (1999) apontam para um ensino de Física em que não seja concentrado na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas, ganhando consciência de que é preciso lhe dar um significado, explicitando seu sentido já no momento do aprendizado, na própria escola.

Para Heineck (1999), a física é uma disciplina curricular com média valorização por parte dos alunos. Seu ensino tem sido, um fator de discriminação e eliminação de grande parte dos alunos, o que, por si só, distorce ainda mais o pouco valor que o aluno dá à instituição escola. Uma alternativa para melhorar o ensino de física seria através de métodos experimentais, utilizando materiais alternativos que podem ser construídos pelos próprios alunos. O educador deve deixar que o diálogo ocorra, valorizando, inclusive, suas exposições, independentemente de não usarem uma linguagem cientificamente correta. É nesse espaço aberto a indagações que se deve colocar o ensino de física, como um campo de conhecimento vasto e amplo. Tais respostas não são fáceis, nem estáticas, muito menos imutáveis. Elas dependem, sim, do momento histórico, político, econômico e social que se vive, da concepção de homem e de mundo que se tem e que explica o significado desse campo de conhecimento.

Acreditamos que a maioria dos alunos do Ensino Médio poderá valorizar cada vez mais a disciplina se a Física fosse apresentada de maneira acessível à compreensão de todos, devidamente contextualizada e com seu caráter histórico e de construção humana abordados, é possível que alguns estudantes considerem inclusive a possibilidade de seguir carreiras profissionais que empreguem corriqueiramente os conceitos físicos (ARAÚJO; SOUZA, 2010).

Uma das alternativas seria o trabalho prático, que nem sempre necessita incluir atividades que se desenvolvam em banco de laboratório. Algumas alternativas que podem alcançar os mesmos objetivos, citando o uso do computador, a demonstração de vídeos/filmes, completados por atividades de registro de tempo, estudos de caso, representações de papéis, testes escritos, pôsteres, álbuns e trabalhos de vários tipos em bibliotecas. Outro aspecto a considerar é que uma experiência que permite a manipulação de materiais pelos estudantes ou uma demonstração experimental pelo professor, nem sempre precisa estar associada a um aparato sofisticado. Importa à organização, discussão e reflexão sobre todas as etapas da experiência, o que propicia interpretar os fenômenos físicos e trocar informações durante a aula, seja ela na sala ou no laboratório.

Saber física implica saber interpretar os fenômenos da natureza, saber fazer uso dos recursos da tecnologia para, a partir daí, situá-lo na contemporaneidade, preparando-o para melhores condições de vida e para o exercício da cidadania. Isso permite dizer que a física escolar tem um valor utilitário e um valor formativo, presentes permanentemente nas propostas curriculares (HEINECK, 1999).

3.2 Dificuldades no ensino de Física

Muitas críticas são apontadas com relação às dificuldades encontradas no ensino da Física e uma delas é indicada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (2006, p. 48) que diz: "O ensino de física tem-se realizado freqüentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado" (PCNs, 1999, p. 48)

O ensino vem mudando gradativamente visando modificar seu quadro uma das mudanças vem sendo a transformação de profissionais tradicionais em profissionais mais participativos e criativos. Carrijo *apud* Coelho (2002, p. 1), procura traçar o perfil do "bom professor de ciências":

- Estética: "ter animação e senso de humor, demonstrar satisfação, fixar-se em discussão e não em informação, abrir espaço para o aluno participar,
- Método: "variar o tipo de aula com filmes, excursões e livros, não ficar repetindo o que o aluno já sabe; mostrar desenvolvimento no conteúdo ao estudante, fazer pesquisa
- Conhecimento: "ter bom conhecimento de outras ciências"

Muito se tem a fazer para transformar de maneira positiva, a situação do ensino de Física nos cursos de nível médio no Brasil. Para tanto, não basta melhorar a qualidade do professor e do material didático, deve estar sintonizado com as novas demandas que se apresentam para o ensino das ciências em geral, e que se voltam para o seu papel e suas aplicações na sociedade. Praticamente, qualquer atividade desenvolvida no mundo atual envolve uma inter-relação entre as várias ciências. A produção de alimentos industrializados implica conhecimentos de Química, Biologia, Física e Engenharia de Marketing entre outros (NICOLAU et all, 2001).

Atualmente há uma grande preocupação nas escolas referentes aos resultados de aprovações nos vestibulares, exigindo do professor uma maior objetividade na abordagem do

conteúdo programático, obedecendo a um calendário que muitas vezes não corresponde a um tempo suficiente para trabalhar de forma mais detalhada determinados assuntos de Física. Por outro lado é percebido que muitos dos alunos se atentam para o vestibular somente no 3º ano, fazendo com que nos anos anteriores de aprendizado estudassem simplesmente para provas, em períodos curtos, muitas vezes de véspera, com o simples objetivo de atingir a média de nota exigida pela instituição de ensino. Não havendo então, um amadurecimento adequado que os permita ver a real necessidade de um aprendizado contínuo. Outra dificuldade nas aulas de Física, há uma deficiência com relação a matemática básica, que acaba por interferir no andamento da aula, tendo muitas vezes que relembrar assuntos de álgebra como: produtos notáveis, potências etc, durante as aulas de Física.

Considerando que, o ensino não é somente, a transferência de conhecimento, se faz preciso interagir com o estudante no processo de aprendizagem, de forma que todo o conteúdo seja assimilado. Deste modo, é importante a aplicação de técnicas e métodos motivacionais tais como: experiências, dinâmicas e aulas de campo. Desta forma pode-se avaliar o desempenho do aluno, além do método tradicional. Com alternativas de aprendizagem diferenciadas, o professor poderá conseguir obter mudanças em relação aos alunos, que muitas vezes estão desmotivados com modelos de ensino tradicionais.

Segundo BRASIL (2006), a Física está presente em tudo na vida das pessoas e seu ensino deve ser capaz de proporcionar ao aluno as condições de lidar com situações do dia-a-dia, como:

- Reconhecer e saber utilizar corretamente símbolos, códigos e nomenclaturas de grandezas da Física, em informações das embalagens de produtos, reconhecer símbolos de massa e volume; nas previsões climáticas, identificar temperaturas, pressão, índices pluviométricos/ no volume de alto-falantes, reconhecer a intensidade sonora em decibéis (dB); em estradas ou aparelhos: velocidade (m/s, Km/h, rpm); em aparelhos elétricos, códigos como W, V ou A; em tabelas de alimentos, valores calóricos.
- Conhecer as unidades e as relações entre as unidades de uma mesma grandeza física para fazer traduções entre elas e utilizá-las adequadamente. Por exemplo, identificar que uma caixa d'água de 2m^3 é uma caixa de 2000 litros, ou que uma tonelada é uma unidade mais apropriada para expressar o carregamento de um navio do que um milhão de gramas.
- Ler e interpretar corretamente tabelas, gráficos, esquemas e diagramas apresentados em textos. Por exemplo, interpretar um gráfico de crescimento, ou da variação de

temperaturas ambientes; compreender o esquema de uma montagem elétrica; ler o medidor de água ou de energia elétrica; interpretar um mapa meteorológico.

- Construir tabelas e transformá-las em gráfico, descrever o consumo de energia elétrica de uma residência, o gasto de combustível de um automóvel, em função do tempo.
- Compreender que o consumo mensal de energia elétrica de uma residência, ao longo do ano, pode ser apresentado em uma tabela que organiza os dados; ou em um gráfico que permite analisar melhor as tendências do consumo.
- Frente a uma situação ou problema concreto, reconhecer a natureza dos fenômenos envolvidos, situando-os dentro do conjunto de fenômenos da Física e identificar as grandezas relevantes, em cada caso.
- Identificar regularidades, associando fenômenos que ocorrem em situações semelhantes para utilizar as leis que expressam essas regularidades na análise e previsões de situações do dia-a-dia.
- Reconhecer a conservação de determinadas grandezas, como massa, carga elétrica, corrente etc., utilizando essa noção de conservação na análise de situações dadas. Por exemplo, reconhecer a relação entre vazão de entrada e de saída de um sistema hidráulico, ou da corrente elétrica que entra e a que sai de um resistor.
- Fazer estimativas de ordens de grandeza para poder fazer previsões. Por exemplo, estimular o volume de água de um tanque ou uma piscina e o tempo necessário para esvaziá-los.
- Compreender a necessidade de fazer uso de escalas apropriadas para ser capaz de construir gráficos ou representações como, por exemplo, a planta de uma casa ou o mapa de uma cidade.
- Interpretar e fazer uso de modelos explicativos, reconhecendo suas condições de aplicação. Por exemplo, utilizar modelo de olho humano para compreender os defeitos visuais e suas lentes corretoras, ou o modelo de funcionamento de um gerador.
- Acompanhar o desenvolvimento tecnológico, estabelecendo contato com os avanços das novas tecnologias na medicina, por meio de tomografias ou diferentes formas de diagnóstico; na agricultura, nas novas formas de conservação de alimentos com o uso das radiações. Ou, ainda, na área de comunicações, com os microcomputadores, Cds, DVDs, telefonia celular, tv a cabo.

Para conseguir estimular um grupo de alunos necessita-se de uma comunicação amigável entre professor e aluno, onde todo o processo de ensino/aprendizagem será transmitido de forma clara. Para Jacobs; Newstead *apud* Kleinübing, (2001), pouco se

conhece sobre o que motiva os estudantes universitários, porque eles se engajam em seu estudos, que mudanças ocorrem durante o curso de seus estudos e que diversos fatores influenciam sua motivação.

3.3 Metodologias diversificadas

Para Santos (1997), as construções afetivas em sala de aula têm sido pouco discutidas e pesquisadas, argumentando a favor da realização de pesquisas em ensino de ciências sobre aspectos afetivos e emocionais que ocorrem nas atividades de ensino. A motivação e o interesse do aluno pela Física não irá se manifestar se o conteúdo for ensinado apenas utilizando o livro didático, sem que haja, de ambas as partes, uma reflexão consistente e aprofundada de seus significados, de suas relações específicas e de outras mais abrangentes (BONADIMAN; NONENMACHER, 2003).

Na obra *Técnicas de Ensino: por que não?*, Veiga (2011) organiza uma série de artigos de renomados autores brasileiros problematizando formas de articular o saber disciplinar. A autora apresenta roteiro de técnicas de ensino, meios para superação das aulas expositivas tradicionais, estudo de texto como técnica, estudo dirigido e uma série de informações que podem contribuir para uma metodologia diversificada. Ainda mais porque o professor fazendo uso de metodologias diversificadas poderá possibilitar motivação aos alunos. Favorecendo a criatividade individual e em grupo dos estudantes, a disciplina poderá se tornar muito mais interessante e desenvolvendo o senso crítico.

Neste sentido os PCN fazem proposições gerais para o ensino de física considerando a produção de meio dialógico constante com os jovens, utilização de meios de informação contemporâneos, aulas-passeios, entre outros instrumentos, como se observa:

- Um processo de conhecimento para que possa fazer sentido para os jovens, é imprescindível que ele seja instaurado por meio de um diálogo constante entre alunos e professores, mediado pelo conhecimento. E isso somente será possível se estiverem sendo considerados objetos, coisas e fenômenos que façam parte do universo vivencial do aluno, seja próximo, como os carros, lâmpadas ou televisões, seja parte de seu imaginário, como viagens espaciais, naves, estrela ou o Universo.
- Outra forma de explorar, desenvolver e motivar para o interesse para o aprendizado seria utilizar os meios de informação contemporâneos que estiverem disponíveis na realidade do aluno, tais como notícias de jornal, livros de ficção científica, literatura, programas de televisão, vídeos, promovendo diferentes leituras e/ou análises críticas.

- Ainda podem ser estimuladas visitas a museus de ciência, exposições, usinas hidrelétricas, linhas de montagem de fábricas, frigoríficos, instituições sociais relevantes, de forma a permitir ao aluno construir uma percepção significativa da realidade em que vive.

As estratégias acima relacionadas reforçam a ideia de considerar o universo em que está inserido o aluno, suas dimensões culturais, sociais e tecnológicas que podem ser experimentadas em sua comunidade, cidade, estado, país. Os alunos chegam à escola já trazendo em sua bagagem cultural vários conhecimentos físicos que construíram fora do espaço escolar e os utilizam na explicação dos fenômenos ou processos que observam em seu dia-a-dia (BRASIL, 1999).

As preferências e as convicções das pessoas diferem entre si, de modo que as impulsiona, cada uma a sua maneira, a um grau de motivação, fazendo-se respeitar sua individualidade, características ambientais, sociais, políticas e econômicas em que estão inseridas. O ensino da Física contribui para o desenvolvimento de competências e habilidades do ser humano para o exercício da cidadania, mesmo que o seu futuro profissional não dependa diretamente da Física. Considerando sua importância na concepção tecnológica e científica, torna-se fundamental obter conhecimentos relevantes.

No mundo contemporâneo o progresso tecnológico interfere de forma direta, profunda, ao mesmo tempo irreversível, no cotidiano das pessoas e a educação de maneira em geral, principalmente a Física deve levar esse fato em consideração. A Física, assim como outras ciências, muito contribui para o atual estágio de progresso do mundo. Esse subsídio pode ser encarado e vivenciado de maneira mais crítica e humanizada, no momento em que os educadores desenvolvem em seus alunos, uma maior capacidade de entender e de intervir criteriosamente na sociedade tecnológica.

As ciências estão correlacionadas umas com as outras e interagem com o cotidiano do homem. Diante disso, é essencial desenvolver uma maior conscientização da importância da Física, como disciplina que permitirá ao jovem adquirir instrumentos de raciocínio, compreensão das causas e razões das coisas da vida, fazendo-o entender que essas informações serão repassados, de forma continuada, com o avançar das séries.

Um bom educador, é capaz de tornar o processo ensino/aprendizagem mais significativo podendo até, ele próprio usufruir de uma concepção mais inovadora de sua atividade em sala de aula, o professor precisa ser um bom intermediador para que esse processo ocorra naturalmente. O ensino de Física muito contribui para a formação do cidadão inserido num ambiente social, dinâmico e onde são intensas as relações entre a ciência, a

tecnologia e a sociedade, num contexto marcado pela evolução tecnológica inerente a qualquer país em crescimento.

Países que muito investem na formação de profissionais cientistas, especificamente na área de Física, conseguem através destes, desenvolver mecanismos tecnológicos altamente modernos e inovadores, fazendo com que investidores de todo o mundo implementem grandes empresas em tais países, assim como o favorecimento da exportação de produtos de tecnologia avançados. Pois foi através da Física que hoje temos aviões supersônicos, telescópios, satélites, televisores de alta definição (HDTV), câmeras fotográficas digitais, armas, bombas, trens que se movimentam através do magnetismo, flutuando em seus trilhos, dentre outros.

4 ASPECTOS HISTÓRICOS DO ENSINO DE RADIOLOGIA

Desde quando o físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen (1845-1923) deu início a primeira experiência utilizando radiação em seu laboratório, o uso do raio X tem aumentado consideravelmente e mesmo hoje continua a crescer com o surgimento de equipamentos com tecnologias cada vez mais sofisticada. Em seu experimento, Roentgen percebeu que nas proximidades de um tubo de vácuo existia uma tela coberta com platíoniano de bário que quando era lançada luminosidade, derivada da fluorescência do material, uma radiação invisível saía do tubo, cruzava a sala através do ar como meio de transporte despertando os equipamentos fluorescentes do ecrã (DUARTE, 2012)¹.

Isso simbolizou uma verdadeira revolução na medicina, a partir de então era possível fazer diagnósticos por imagens, possibilitando a visão interior dos pacientes. Para o Brasil a nova descoberta foi bastante significativa, pois com essa tecnologia, era possibilitado aos médicos incluir em seus diagnósticos uma prática que poderia verificar o interior dos pacientes. Este feito de Roentgen também foi registrado oficialmente como a descoberta da radiação ionizante. Assim, o objetivo deste capítulo é descrever o percurso da Radiologia na educação e a importância que o ensino da física tem para a Radiologia.

4.1 Novas tecnologias

A partir dos anos 60, os procedimentos com raios X aumentam significativamente com o desenvolvimento de tecnologias sofisticadas. Nesse período, Kuhl e Edwards demonstraram imagens de SPECT (Tomografia Computadorizada por Emissão de Prótons). Como assinala Bushong (2004), nesta mesma década o diagnóstico por meio da ultrassonografia tornou-se comum. Outro grande avanço na área foi à descoberta da Ressonância Magnética que tinha como principal característica a não utilização da radiação ionizante na obtenção das imagens. Estes avanços vão estabelecer um novo status para a Radiologia nos meios acadêmicos, tornando-se um conhecimento disciplinar.

A descoberta de Roentgen ocorreu em meio a uma sociedade conservadora. Uma tecnologia nova, capaz de revelar os segredos do corpo causava desconforto. Os raios-x “ameaçavam expor” a parte mais oculta do corpo humano, os órgãos genitais. Outros

¹ Em 1986, Roentgen ganha o prêmio Nobel de Física, descrevendo seu experimento com raios denominados de “raios X” que atravessavam corpos como vidros e madeira e que eram bloqueados por metais, como o chumbo.

indivíduos viam na nova tecnologia uma invasão da privacidade doméstica e da intimidade pessoal, temendo que os raios-x pudessem ver através dos muros de suas casas (LIMA; AFONSO, 2009).

O ensino de Radiologia no Brasil se iniciou com o professor João Américo Garcez, na Faculdade de Medicina da Bahia. No curso de medicina se realiza a primeira aula de radiologia, recebendo a denominação de Radiologia Clínica. O primeiro curso foi ministrado pelo professor Roberto Duque Estrada e consistia de 30 aulas teóricas práticas (DUARTE, 2012). A inicialização do curso, ocorreu em virtude da falta de conhecimento do público-alvo com a teoria e aplicação prática.

Com o decorrer do tempo foram surgindo outras escolas e novos mestres, com destaque para o médico e professor Manoel Dias de Abreu formado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro que desenvolveu uma técnica de exame, denominada de Roentgenfotografia. O que foi de fundamental importância, pois para o uso da radiologia é preciso conhecimento dos termos técnicos, medidas exatas de cada ação nos equipamentos, que devem ser executados adequadamente para uma melhor funcionalidade e eficiência do exame.

Na década de 1940, Dr. Emílio Amorim iniciava seus trabalhos onde trocava experiências com seus colegas sobre laudos radiológicos, tendo em vista o aprendizado e a experiências em radiologia. Já em 1950, Dr. Emilio criou um estágio em radiologia em seu novo consultório, onde ensinava jovens médicos de diversos estados. Nesse mesmo período os dois médicos se tornaram referência no ensino de radiologia, participando de eventos pelo Brasil. Nicola Caminha criou o primeiro curso de pós-graduação em radiologia do país, sendo reconhecido pelo Ministério da Educação na Universidade Federal do Rio de Janeiro (FRANCISCO,2006).

Francisco (2006) ressalta que, em 1974 o deputado Gomes do Amaral apresentou um projeto de lei (PL número 317/1975, páginas 3.472 a 74 do Diário Oficial), com o objetivo de regulamentar o exercício das técnicas radiológicas no Brasil. Proposta esta que não teve sucesso, por causa de múltiplos fatores técnicos comprobatórios e outras análises pouco criteriosas estabelecidas, o projeto acabou sendo arquivado. Somente 1985, foi sancionada a lei nº 7.394, que regula o exercício de técnico em Radiologia. Essa norma concretiza o desejo de tornar a ciência radiológica um estudo reconhecido e efetivo, ainda normatiza o exercício das atividades exercidas nessa especialização e direciona a atuação dos profissionais dessa área.

Hoje os cursos de qualificação técnica em radiologia se tornam realidade e ganham espaço no mercado, formando profissionais que podem atuar em vários setores da medicina:

medicina nuclear, radioterapia, radiografia odontológica, radiologia veterinária e também em empresas que prestam serviços na área de dosimetria das radiações. No decorrer das atividades acadêmicas os alunos são preparados para operar habilmente máquinas radiográficas, emitir diagnósticos por imagem, auxiliando os médicos no diagnóstico de doenças. Na saúde há uma grande necessidade de profissionais que tenham qualificação técnica e habilidade para trabalhar com as novas tecnologias na aquisição de imagens diagnósticas e nas aplicações das radiações ionizantes (DUARTE, 2012).

4.2 A Física na Radiologia

A Física pode ser aplicada à radiologia como facilitadora da aprendizagem das técnicas de radiodiagnóstico, tanto pela variedade de fenômenos que envolvem, como pelos seus impressionantes efeitos sobre esta tecnologia. É necessário observar que apesar dos inúmeros benefícios gerados pela técnica, a mesma apresenta algumas desvantagens, sendo a principal delas o risco inerente à saúde. A Física tem dando contribuições importantes no campo da radiologia, na captação de imagens radiográficas na realização de Tomografias Computadorizadas e mais recentes a Ressonância Magnética. A tecnologia da computação presente em todas as áreas, inclusive na Física, tem influenciando no seguro exercício da profissão dos técnicos em radiologia.

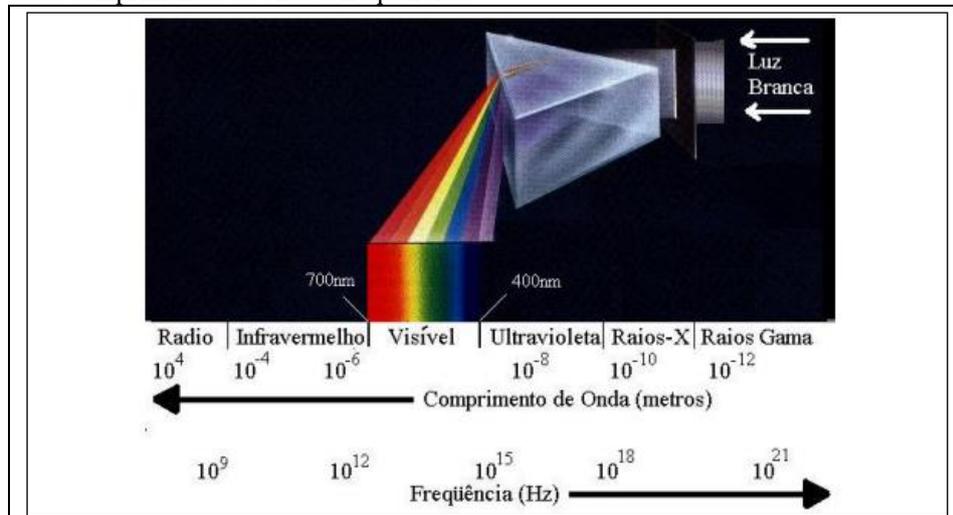
O conhecimento de física aplicada a Radiologia assegura ao técnico à obtenção de informações sobre os riscos e os efeitos da radiação, o ensino da Física deve atuar como facilitador da aprendizagem, deixando claro de maneira prática como os alunos devem proteger-se da radiação, conceitos bastante estudado em Físicas das Radiações. No entanto Luiz et all, (2011) diz que pouco se conhece sobre os riscos a saúde que essa técnica pode causar, fato extremamente preocupante tanto para os profissionais envolvidos como para a população em geral. O acesso a informações básicas devem ser assegurados pela escola o que não vem sendo garantido

A física moderna e contemporânea está presente no cotidiano, através de circuitos integrados em computadores, em exames radiográficos, de ressonância, em leitoras de código de barras através de lasers, dentre outros dispositivos com tecnologia avançada, a física tem contribuído para o desenvolvimento tecnológico (CANATO, 2003). A Física Moderna sempre foi tratada como uma nova etapa de pesquisas científicas, uma proposta desafiadora aos conhecimentos. A radiologia vem auxiliando de forma singular em diagnósticos,

acompanhamentos e prevenções de diversas doenças na medicina, por ser uma técnica não invasiva, de baixo custo e com resultados rápidos (SCHULTZ,2009).

A Física contribui para o aprimoramento e o uso dos Raios X, sendo de fundamental importância o conhecimento de conceitos de Física ligados à radiação, tanto por alunos como pela a população em geral. Os raios X, por exemplo, fazem parte do espectro eletromagnético. A luz emitida por corpos celestes, como as estrelas, é um tipo de radiação eletromagnética dentre outras existentes e o conjunto dessas radiações pode ser analisado quanto aos seus comprimentos de onda, frequências e energias transportadas (HETEM; PEREIRA, 2000). Tais informações podem ser analisadas mais claramente com o auxílio da figura 2.

Figura 2 – Dispersão da Luz. A luz branca, quando atravessa um prisma é decomposta em diferentes cores (vermelho, laranja, amarelo, verde, azul e violeta) da faixa visível. Seus comprimentos de onda e frequências.



Fonte: <http://www.astro.iag.usp.br>

As radiações ionizantes podem influenciar as estruturas dos seres humanos somaticamente ou hereditariamente. A ação somática se dá quando o ser humano está sujeito a tais radiações. Hereditariamente, a influência se deve ao fato de que as modificações somáticas sofridas pelo indivíduo exposto as radiações ionizantes sejam perpetuadas aos seus descendentes. Falta desse conhecimento pode colocar em risco a saúde de pessoas expostas a tais radiações, dependendo da quantidade de exposição que o indivíduo for exposto, poderá ocorrer mutações. Várias células poderão sofrer ações genéticas que, conseqüentemente, causam alterações cromossômicas. Tais mutações fazem surgir cânceres como de pele, estômago, leucemia, dentre outros.

As ações das radiações ionizantes podem ter um tempo de vida de algumas dezenas de anos como de poucos minutos. A figura 3 ilustra a divisão entre radiações ionizantes e não ionizantes, seus efeitos e aplicações.

Figura 3 – O Espectro Eletromagnético. Classificação do espectro eletromagnético quanto às radiações ionizantes e não ionizantes.



Fonte: <http://www.lookfordiagnosis.com>

4.3 Novas caracterizações

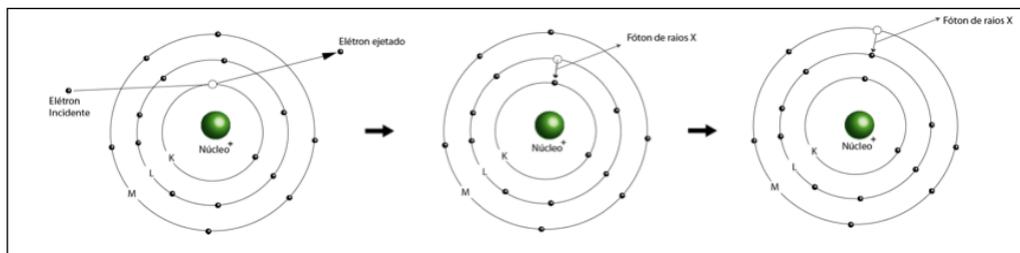
A interpretação da natureza dos raios X começou a ser desvendada com Albert Einstein que, em 1905 sugeriu o conceito de fótons de energia ao propor uma teoria que explicava o efeito fotoelétrico, tornando possível calcular o comprimento de onda de tal radiação. Einstein, então, admitia o caráter corpuscular da luz para uma compreensão mais adequada para a radiação X. Assim, um fóton de luz seriam pacotes de energia definidos pelo produto $h.f$, na qual h seria a constante de Planck e f a frequência da onda de luz. Sabe-se, contudo, que os aspectos experimentais que confirmaram o caráter ondulatório da radiação X somente surgiram com a descoberta da difração dessa radiação em cristais de sulfeto de zinco através de estudos executados por Max von Laue. Walter Friedrich e Paul Knipping no ano de 1912. Já o caráter corpuscular e, conseqüentemente dual de todas as radiações eletromagnéticas foi desvendado em 1923, através dos estudos de Louis Victor P. R. de Broglie (LIMA, et al, 2009).

É importante ressaltar que a caracterização da natureza dos raios catódicos (feixe de partículas de carga elétrica negativa – os elétrons) foi fruto do trabalho de Joseph John Thomson, cerca de 2 anos após a descoberta dos raios-x por Roentgen. Em busca de uma

explicação para tal fenômeno, diversas hipóteses foram levantadas os raios-x eram ondas eletromagnéticas transversais de pequeno comprimento de onda, semelhantes à radiação ultravioleta; esses raios seriam ondas eletromagnéticas longitudinais (hipótese levantada pelo próprio Roentgen); a radiação x corresponderia a pulsos não periódicos de radiação eletromagnética; os raios-x eram de natureza corpuscular, formados por raios catódicos modificados (LIMA; AFONSO, 2009).

Os raios X característicos são definidos a partir da interação dos elétrons oriundos do filamento de tungstênio com os orbitais mais internos dos átomos. Se a energia difundida está na faixa de energia que mantêm tais elétrons em suas respectivas camadas, esses elétrons serão retirados e o espaço ocioso será preenchido por outro elétron de um nível energético maior fazendo com que a diferença de energia seja lançada em forma de raios X como o observado na figura 4.

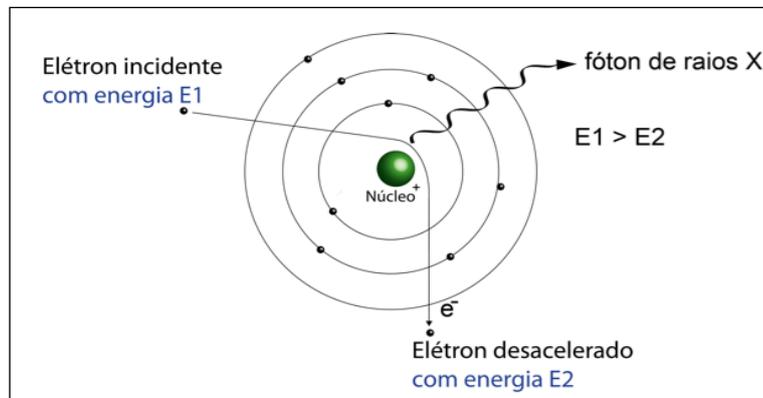
Figura 4 – Raios X característicos. Interação de elétrons: diferença de energia é lançada em forma de raios X.



Fonte: <http://rle.dainf.ct.utfpr.edu.br/>

Já a geração de raios X, conhecida como frenamento de Bremsstrahlung consiste na interação dos elétrons emitidos pelo cátodo com os núcleos do ânodo havendo, então, uma transferência de energia para os átomos do metal atingido, ocasionando a ionização dos níveis energéticos mais internos dos átomos. Assim, cerca de 99% da energia cinética inicial é transformada em calor e 1% em fótons de raios X. A figura 5 configura a emissão de raios X por frenagem.

Figura 5 – Emissão de Raios X por frenagem.



Fonte: <http://rle.dainf.ct.utfpr.edu.br>

O uso de materiais de raio-X não são utilizados apenas na área médica, mas também em aeroportos, assegurando a fiscalização das bagagens, oferecendo segurança aos passageiros e ainda o uso industrial, aplicada a métodos de inspeções de maneira não destrutiva. O Conselho Nacional de Técnicos em Radiologia/Conselho Regional de Técnicos em Radiologia (CONTER/CRTR) é o sistema que representa a classe dos técnicos e dos tecnólogos em radiologia. Em 1985 é criada a Lei 7.394 que determinou os procedimentos radiodiagnósticos e o mapa de competências que o graduado em tecnologia de radiologia atuava, constando suas funções e garantindo ao tecnólogo atribuições exclusivas, a saber:

Art. 9º. São atribuições do tecnólogo em radiologia, no âmbito dos serviços de diagnóstico por imagem, radioterapia e medicina nuclear: -Gestão, implementação e execução do Programa de Garantia e certificação de qualidade dos serviços de radiologia; II-Gestão, implementação e execução do Serviço de Proteção Radiológica; III - Elaboração, implementação e execução do Plano de gerenciamento de tecnologias em saúde em estabelecimentos de radiologia; IV - Supervisão de estágio de estudantes das áreas de técnicas e tecnologia em radiologia; V-Gestão, implementação e execução do Programa de Gerenciamento de Resíduos em serviços de radiologia; Parágrafo único. Além das atribuições mencionadas nos incisos supra, o tecnólogo poderá atuar na realização de dosimetria. Art. 10º. Passa a ser atribuição privativa do tecnólogo em radiologia, no âmbito dos serviços de radiologia industrial: I-Gestão, implementação e execução do Serviço de Proteção Radiológica; II-Definição e garantia do cumprimento dos protocolos utilizados no serviço, bem como as adaptações necessárias; III-Treinamento do pessoal envolvido nos procedimentos radiológicos; IV-Orientação e supervisão das atividades da equipe no que se refere às técnicas e procedimentos de trabalho em situações normais e de emergência; V - Verificação e validação dos resultados obtidos em ensaios radiológicos. Art. 11. É atribuição privativa do tecnólogo em radiologia a coordenação dos cursos de graduação em Tecnologia em Radiologia.

Em Hospitais e clínicas de imagem diagnóstica, é de suma importância que os profissionais tecnólogos em radiologia tenham conhecimento amplo das doses de radiação X

que o paciente deve ser submetido em tal procedimento para a aquela determinada estrutura a ser radiografada (ARAÚJO; SOUZA, 2010). A ausência de carga nos fótons faz como que esses pacotes energéticos não experimentem influências na sua propagação de forma que sejam capazes de penetrar mais profundamente na matéria. Essa particularidade é observada em fótons de radiação gama, pois esses são altamente energéticos.

O processo de um fóton de radiação gama interagir com a matéria, fazendo com que quase toda sua energia seja absorvida por um elétron do respectivo material é conhecido como efeito fotoelétrico. De outro modo, se no processo uma parte da energia é espalhada em forma de outro fóton e somente um parte é absorvida pelo elétron, tal efeito é conhecido como espalhamento Compton (LUIZ et all, 2011). A Física está totalmente presente no desenvolvimento, aplicação e utilização da técnica de Raio X, sendo indispensável o conhecimento de conceitos básicos da física para seu uso. É necessário que a sociedade em geral compreenda os riscos que a má utilização desta técnica pode causar a saúde.

Desde praticamente a inserção dos raios-x no cotidiano, já havia quem reconhecesse o perigo real daquela radiação ainda mal conhecida, mas o fascínio que causava na grande maioria das pessoas fazia com que ignorassem os riscos da exposição sem cuidado. Ainda havia um diferencial importante: não havia nenhuma experiência prévia com aquela radiação, a ponto das queimaduras devidas a ela serem inicialmente descritas como de natureza “elétrica”, face ao equipamento gerador também ser utilizado na medicina eletroterapêutica (LIMA; AFONSO, 2009). A enorme curiosidade levou muita gente a correr sérios riscos de saúde em suas tentativas de novas aplicações dos raios-x.

O ensino da Radiologia surge no Brasil com o professor João Américo Garcez na Faculdade de Medicina na Bahia no ano de 1903 e, desde então, vem tendo consideráveis avanços, sendo que os conhecimentos de física são de suma importância, já que assegura aos profissionais dessa área e a população em geral informações sobre os riscos e efeitos da radiação. O desenvolvimento da radiologia está diretamente ligado aos avanços tecnológicos o que tem contribuído para o aprimoramento e o uso do raio X.

5 METODOLOGIA DA PESQUISA

Para realizar uma pesquisa se necessita produzir um caminho. Mas o percurso não ocorre – como se deseja – numa linha reta, com seus momentos bem definidos, despido das complexidades que tanto nos afligem diante do desejo de simplificação das coisas. Por isso que se trata de uma *produção*, e não apenas de uma opção por um ou outro percurso. Esta produção ocorre também no ato mesmo do caminhar. Assim, no transcurso da pesquisa, o que de fato ocorreu no desafio de avaliar a performance da máquina (neste caso a máquina raio-x) nos processos de aprendizagem do grupo de alunos em estudo ? A máquina (presença/ausência) parecia mesmo ser o centro da questão, como de fato assim fora projetada. Contudo, foi constatado que fatores qualitativos influenciavam na produção de conhecimento, fazendo com que a pesquisa buscasse respostas além do campo matemático.

Para explicitar um pouco das contradições e paradoxos que ocorreram neste trabalho, o pesquisador se deparou com conflitos produzidos por sua própria formação e visão de mundo, focada numa visão empiricista analítica traduzida no ideal de objetividade, e imparcialidade, dispositivos culturais da Física com os quais teve toda a sua formação.

Neste sentido, inicialmente, os métodos da pesquisa foram estruturados em torno da utilização de técnicas de coleta, tratamento e análise de dados marcadamente quantitativos com uso de medidas e procedimentos estatísticos. Para objetivá-lo foram projetados testes padronizados e questionários fechados com apresentação em gráficos ou tabelas. O objetivo era de apenas estabelecer críticas técnicas com base no interesse específico de busca de harmonia, equilíbrio e funcionalidade das coisas.

Quanto ao nível epistemológico, foi utilizado o de origem genética no qual o conhecimento não é conseguido somente através da observação do meio envolvente e também teve uma vertente para um epistemologia convergente que envolve várias áreas do aprendizado, por meio do qual flui o critério de cientificidade e concepção do que seja ciência para o pesquisador, preocupando-se sobremaneira com testes dos instrumentos de coleta e tratamento dos dados, estabelecendo hipótese, procurando causas para explicitar fatos por condicionantes e antecedentes. Ou seja, a pesquisa se projetou e foi realizada em sua maior parte por meio de uma racionalidade técnico-instrumental, como assinala Gamboa (2007) em relação ao paradigma empírico analítico.

O ideal era investigar causas, confirmar hipótese, com o processo cognitivo da pesquisa centralizado no objeto. Supunha a existência do dado despido de conotações subjetivas. Neste sentido, projetava a relação com os jovens profissionais em formação em torno de entrada e

saída, treinamento, estímulo, reforço, desenvolvimento de aptidões, habilidades. Portanto, expressando uma visão na qual o criacionismo e a espontaneidade estão presente de forma funcional, predefinida e predeterminada. Toda a primeira etapa do método desta pesquisa é com base nestes pressupostos, como será exposto.

Após conclusão destes procedimentos, ocorreu uma surpresa: minha hipótese não foi confirmada! Ou seja: não se configurou nos métodos de medição a ideia de que jovens com acesso as máquinas teriam uma performance nos momentos de respostas sobre os conceitos das disciplinas bem maiores que o outro grupo que não teve acesso aos mesmos equipamentos. E então, foi necessário sair do plano somente de aferição da objetividade das coisas para o plano da subjetividade. Como assinala Gil (2008, p. 5):

Frente aos fatos sociais, o pesquisador não é capaz de ser absolutamente objetivo. Ele tem suas preferências, inclinações, interesses particulares, caprichos, preconceitos, interessa-se por eles e os avalia com base num sistema de valores pessoais. Diferentemente do pesquisador que atua no mundo das coisas físicas - que não se encontra naturalmente envolvido com o objeto de seu estudo -, o cientista social, ao tratar de fatos como criminalidade, discriminação social ou evasão escolar, está tratando de uma realidade que pode não lhe ser estranha. Seus valores e suas crenças pessoais o informam previamente acerca do fenômeno, indicando se é bom ou mau, justo ou injusto. E é com base nessas pré-concepções que irá abordar o objeto de seu estudo. É pouco provável, portanto, que ele seja capaz de tratá-lo com absoluta neutralidade.

Não se tratava apenas de conferir entrada e saída, input e output. Percebi que teria que acatar a presença marcante dos sujeitos da minha pesquisa na interpretação do objeto estudado. Então a própria pesquisa me “forçou” a recorrer a outros dispositivos metodológicos, com técnicas não quantitativas como entrevista em profundidade, depoimentos, vivências, narrações, análise do discurso, em busca também de práticas alternativas e inovadoras. Ou seja, a pesquisa na atual fase da ciência parece exigir a utilização de métodos quantitativos e qualitativos. Entao, esta pesquisa do ponto de vista quantitativo analisa a performance com/sem a máquina de radio-x na disciplina Física Radiológica com objetivo de confrontar conhecimento em torno de conceitos estruturados da própria disciplina. Para tanto analisa desempenho do ponto de vista de respostas objetivas. Mas também adentra na subjetividade dos jovens profissionais em formação.

5.1 Sujeitos da pesquisa

Com o intuito de estimular a presença dos alunos em tal pesquisa, foi criado um curso de extensão intitulado: *Os raios x – conhecendo essa radiação ionizante no âmbito do*

radiodiagnóstico. Tais discentes foram selecionados a partir de uma prova de seleção dos quais os 30 melhores foram classificados. Como na seleção somente 32 se inscreveram e destes, pós-aprovação, 3 desistiram, o que fez a pesquisa se limitar aos 29 remanescentes. Como tais inscritos foram alunos do pesquisador em semestres anteriores nas disciplinas de Física e Física Radiológica, o mesmo teve uma noção plena do nível de conhecimento em conceitos básicos Físicos, Químicos e Matemáticos prévios essenciais para o um melhor aprendizado dos tópicos da Física Moderna e Contemporânea – FMC aplicados aos aparelhos de Raios X.

FIGURA 6. ALUNOS SELECIONADOS



Pesquisa direta: O projeto contou com a participação de 29 alunos do Curso Superior em Tecnologia em Radiologia da Universidade Christus. Os alunos selecionados foram aqueles que já haviam cursado a disciplina de *Física Radiológica*¹.

O curso teve a duração de 20 horas com aulas presenciais de duração de 4 horas para cada grupo, desenvolvendo temáticas de grande relevância para a área – quais sejam:

- Radiações Ionizantes e não Ionizantes, o espectro eletromagnético, produção de raios X, efeito fotoelétrico, átomo de Bohr, quantização de energia.
- Produção de Raios X, efeito termiônico, espalhamento Compton., dualidade onda-partícula.
- Estudo da mesa de comando: mAs, Kvp, mA e tempo de exposição.
- Filtração, colimação, telas intensificadoras e revelação.
- Transformadores e proteção radiológica.

Durante a pesquisa foram aplicadas duas avaliações com questões fechadas, dentro das quais eram apresentadas alternativas. A primeira avaliação foi composta por 10 questões

¹ Esse critério se deve ao fato de que assuntos de *Física Moderna e Contemporânea – FMC* serem de grande relevância para a melhor compreensão de tópicos presentes no plano de ensino de tal disciplina e, também por ter sido o professor dos referidos alunos em outras disciplinas na graduação. Estas relações propiciavam a mim uma maior segurança para aplicar os instrumentos da pesquisa.

objetivas e a segunda de seis questões relativas aos assuntos pertinentes à máquina de raios X para radiodiagnóstico².

5.2 Procedimentos da pesquisa

Para produzir conhecimento, portanto alcançar os objetivos deste trabalho, foi adotada uma série de procedimentos como convivência, avaliações comparativas, conhecimento direto. Na verdade, uma pesquisa tem sempre uma série de procedimentos e técnicas que vão se sobrepondo ao longo das ações para podermos identificar as próprias operações que se realiza no processo. Nestes percursos, é tradição fazer revisão da literatura, levantar informações gerais em torno do objeto, identificar as fontes e conviver com elas, formular proposições, questões, objetivos para então realizar a elaboração do relatório (GIL, 2008). Assim, forma produzidos os caminhos:

- **Quanto aos métodos:** partimos da produção de conhecimento particular, imediato para obtermos uma visão mais geral sobre a utilização das máquinas de ensinar nos processos de ensino-aprendizagem;
- **Pesquisa exploratória:** a pesquisa buscou obter informações e conceitualizações tanto através dos estudantes envolvidos nas questões quanto de uma série de textos relativos ao ensino de física e radiologia;
- **Quanto a análise:** a pesquisa utilizou dois instrumentos: qualitativo e quantitativo. Nos instrumentos quantitativo, tratamos de produzir comparações entre as performances; no qualitativo, conceitualizações.
- **Quanto a técnica:** foram utilizadas uma série de técnicas, tais como questionários, entrevistas, provas, anotações, performances. Os testes e provas ocorreram de forma presenciais e as entrevistas por meio de instrumentos online.

5.3 Pesquisa quantitativa e qualitativa

Interessa obter frequências, intensidades. Para tanto, foram estruturados meios de coleta – testes, provas, escalas. Nestes processos, o pesquisador procurou equiparar as ações, tentando obter rigor por meio de condições simétricas entre os grupos. Já na pesquisa qualitativa, o rigor está focado na conceitualização, na busca da densidade das informações

² Com a autorização do magnífico reitor, as aulas foram gratuitas e, o aluno com 75% de assiduidade, ganharia 8 horas de atividades complementares em sua grade curricular no curso superior em tecnologia em radiologia. No final do curso foram entregues prêmios aos que melhores se destacaram durante o processo. Os prêmios foram compostos por dois tablets e três livros voltados para a área dos radiologistas.

obtidas por meio de instrumentos abertos e semi-estruturados (Apêndice A). Aqui, o objetivo é produzir *insights*, novas conceitualizações sobre o uso da máquina raio-x nos processos disciplinares.

Como citado, no primeiro momento, sentia-se a necessidade de tomar decisões, razão porque foi empreendido métodos estatísticos para a correlação e relevância para quantificar dado e uma escala de avaliação de opiniões, coletando informações por meio de uma série de dispositivos, utilizando técnicas e recursos estatísticos – média, percentagens, desvio padrão, correlação. Estava implicado em observar tendências, indicadores, numa amostra controlada em dois grupos dos quais era objetivado encontrar padrões numéricos relacionados aos conceitos que foi considerado relevante intruzi-los no cotidiano dos grupos. Acreditava-se poder prever e generalizar a partir das medidas obtidas nos instrumentos metodológicos.

a) Comparações entre grupos

Os alunos foram divididos em dois grupos: um com 15 membros e o outro com 14. O grupo com 14 participantes foi denominado de Controle (CTRL) que assistiu aulas sobre Física Moderna e Contemporânea relacionada à máquina de raios X ministradas de forma tradicional, expositiva, tentando, através de desenhos feitos na lousa, se utilizando de momentos de discussão em grupo, relações com o cotidiano e simulações digitais, relacionar os tópicos da física essenciais a um bom entendimento do processo de funcionamento da máquina de raios x , buscando, também , entender o funcionamento básico dos componentes da máquina sem ter a presença física da mesma.

O outro grupo Experimental (EXP) composto de 15 participantes foi denominado Física do Radiodiagnóstico. Tal aluno participe desse grupo teve acesso aos assuntos de Física Moderna e Contemporânea – FMC da mesma forma que o grupo controle com a diferença que, nos momentos da análise dos assuntos físicos, o aparelho de radiodiagnóstico, especificamente a máquina de Raios X esteve presente como auxílio ao aprendizado. O grupo (EXP) teve acesso à aparelhagem de radiodiagnóstico através de aulas de campo em um Hospital Público conveniado com a Unichristus.

O processo de comparação entre os grupos foi realizado por meio de dois testes realizado durante o curso de formação a nível de extensão, promovido pela Unichristus – um teste de múltipla escolha e outro na escala likert. Os dados das avaliações realizadas pelos dois grupos mediante escala Likert foram transferidos para o levantamento estatístico. Foram comparados os rendimentos dos alunos dos dois grupos e cruzados os resultados dos testes de múltipla escolha com os resultados na escala likert.

A escala “Likert” representa dois campos de variação para cada afirmativa do questionário, um de concordância e outro de discordância . Tal escala pode ser utilizada para fazer verificações de opiniões se utilizando de intervalos igualmente espaçados. Dessa forma, podem-se avaliar frequências de respostas favoráveis e desfavoráveis na pesquisa. Nessa escala, cada afirmativa deve possuir respostas graduadas. Foram utilizados cinco níveis de graduação para as respostas das afirmativas do questionário que os participantes da pesquisa foram submetidos (Apêndice E).

O questionário foi preparado buscando para os dois grupos: o grupo de Controle, que não teve aula com a presença do aparelho de raios X diagnóstico e o grupo Experimental, que teve acesso à máquina de raios X. A pesquisa providenciou a estruturação das respostas de cada aluno segundo a graduação de 1 a 5, citada anteriormente. A afirmativa “score 2” não foi respondida pelo grupo Controle, pois se refere ao uso da máquina de raios X, ausente no aprendizado desse grupo de pesquisa.

Muito aplicada nas pesquisas quantitativas, a escala Likert registra o nível de concordância ou discordância na aplicação de um questionário. Nesta pesquisa foi optado por uma conjunção de instrumentos quantitativos e qualitativos. A escala Likert tem a importância de organizar as respostas, para quantificação – mas não para conclusão. A pesquisa tratou de buscar as subjetividades que ocorreram nas respostas por meio de valores, opiniões, conceitualizações.

b) Desempenho como elemento comparativo

As comparações de desempenho ocorreram a partir da produção das aulas sobre Física Moderna e Contemporânea com dois grupos com/sem acesso às máquinas. As aulas eram realizadas em espaços diferentes e com diferentes instrumentos didáticos, sem que os cursistas tivessem conhecimento de que estas eram produzidas com diferentes instrumentos, embora com o mesmo professor – neste caso, o autor desta pesquisa.

- O Grupo CTRL assistiu as aulas sem a máquina de raios X. As informações foram transmitidas por meio de aulas expositivas nas quais o professor se utilizava de desenhos na lousa, diálogo, discussão em grupo, relações com o cotidiano e simulações digitais para expressar os tópicos do conteúdo e o funcionamento básico dos componentes da máquina. O esforço estava centrado na mente, na cognição, na projeção pelo pensamento.
- No grupo EXP todos tinham acesso aos mesmos conteúdos porém com a interação com o aparelho de radiodiagnóstico e máquina de Raios X no auxílio ao auxílio ao

aprendizado. As didáticas transcorriam com projeção de Slides, Simulações Computacionais, discussões e aparelho de RX.

c) Confronto entre teste e escala likert

O confronto das dimensões quantitativas trouxe resultados inesperados nas respostas dos dois grupos. Ao contrário da hipótese pressuposta, não houve uma grande diferença entre os grupos que trabalharam com estrutura mais adequada em relação ao outro grupo. Como se a máquina não fosse um grande diferencial na produção do conhecimento. Foi observado que os dados quantitativos não foram suficientes para obtermos uma resposta mais adequada sobre a (não) interface com a máquina entre os dois grupos. Então a pesquisa se utilizou de métodos qualitativos em busca de outros elementos que possam responder sobre meios de superação de baixas condições nos processos formativos.

Surgiu, então, a seguinte indagação: o que estava por traz daqueles quase empates em termos de desempenho? Como os números nos pareciam incapazes de oferecer uma resposta com mais complexidade, a pesquisa voltou aos dois grupos em busca de valores, crenças, representações, hábitos, atitudes, opiniões. Com efeito, estas dimensões projetaram a pesquisa qualitativa em novas significações para desenvolvimento de conceitos, novas ideias e também novas projeções da produção dos cursos com o protagonismo das máquinas.

A pesquisa qualitativa traz um aspecto indutivo de descrições densas, de conceitualizações. Trata-se de trabalhar com menos estruturação e flexibilidade diante dos fenômenos e coisas. Os métodos qualitativos também introduzem o contexto de forma mais significativa, presente, uma vez que situações, indivíduos e espaços passam a se constituir como um todo para construção da interpretação. Valoriza-se mais a análise que a representação numérica.

Como afirma Haguette (2000, p.31), “por sua maior relevância do aspecto subjetivo, diante da incapacidade do método quantitativo de dar conta dos fenômenos complexos e dos fenômenos únicos”, recorreu-se à pesquisa qualitativa pela própria necessidade da pesquisa. No entanto, aqui estão os dados quantitativos para ajudar a dimensionar os objetivos da pesquisa. A pesquisa qualitativa se expressa confiança no processo lógico da interpretação; compreensão dos significados dos fenômenos; processo centralizado no sujeito; relação dialógica. Como os dados estatísticos não mostraram diferenças entre os grupos, a pesquisa qualitativa trata de entender do ponto de vista interno das especificidades.

Podemos citar que a pesquisa qualitativa tem as seguintes características segundo Ludke e André (1986):

- A pesquisa qualitativa utiliza-se do ambiente natural como fonte direta de coleta de dados e tem o pesquisador como instrumento fundamental para esta coleta: utilizamos como ambiente os dois grupos de experimentação;
- O investigador preocupa-se com o significado que as pessoas dão as coisas e a sua vida: passamos a buscar estes significados após constatarmos que os dados quantitativos não explicitavam os “empates” que obtivemos entre os dois grupos;
- Uso do enfoque indutivo na análise dos dados: com base em entrevistas e vivências, passamos a produzir indução sobre a relação de aprendizagem com as máquinas observando um saber “invisível” nas interrelações sociais.

Nesta pesquisa, qualidade e quantidade são da mesma natureza. Ambas revelam dimensões da realidade e, portanto, se complementam. As densidades qualitativas se justificam por sua maior relevância do aspecto subjetivo, porque o método quantitativo não dá conta das complexidades das coisas. Ou seja, o mundo dos sentidos, dos significados não se doam à lógica dura das matemáticas, das escalas.

Com efeito, Sampieri, Collado e Lúcio (2006, p. 15) afirmam que:

A pesquisa qualitativa dá profundidade aos dados, a dispersão, a riqueza interpretativa, a contextualização do ambiente, os detalhes e as experiências únicas. Também oferece um ponto de vista ‘recente, natural e holístico’, dos fenômenos, assim como flexibilidade.

Neste sentido estes autores defendem a mistura de métodos (idem, ibidem):

A mistura de dois modelos potencializa o desenvolvimento do conhecimento, a construção de teoria e a resolução de problemas. Ambos são empíricos, porque coletam dados do fenômeno que estudam. Tanto um como o outro requer seriedade, profissionalismo e dedicação.

a) Novas abordagens

Por meio de questionários abertos, passou-se a abordar os itens que foram considerados subliminares nesta relação entre formação-máquinas-formadores, buscando novas respostas para interface com a máquina; processos de conceitualização entre grupos; relações e afetividades. Estas temáticas foram explicitadas em torno das seguintes questões endereçadas aos estudantes para respostas online:

Relação com a máquina

- Qual importância da máquina raio-x na produção do curso de radiologia, quanto a aprendizagem, satisfação e interatividade?
- Relacione três formas de interação entre você e a máquina na produção da disciplina;
- Quais as formas de interação produzida pelo seu professor que você considera mais pedagógica?

Autoaprendizagem:

- Como você aprende os conceitos da radiologia sem interação com a máquina de raio-x?
- Que sites você utiliza para fazer experimentos online sobre o ensino de radiologia?
- Como você apreende conceitos nas relações com o professor e a disciplina?

Importância das máquinas.

- O que um curso bem equipado com todas as máquinas necessárias traduzem para você na sua formação profissional?
- O que a falta de equipamentos significam, quanto a formação, valorização, método de aprendizagem?
- Que ação você realiza quando se depara com falta de máquinas e equipamentos na produção do seu curso?

b) Aplicação dos questionários abertos

Aplicação das questões abertas teve o objetivo de investigar sobre os processos formativos dos estudantes, quando se deparam sem a interface com a máquina. A pesquisa havia se deparada com uma descoberta (a pouca diferenciação entre os grupos no conhecimento conceitual) que impulsionou outros meios de investigação. O desafio era entender que alternativas os estudantes utilizavam para suprimir a falta da interface com a máquina de raio-x.

c) Respostas

As respostas revelaram que os estudantes utilizam suas redes de conexão e seus conhecimentos prévios para articular o conhecimento. Estas respostas indicam também que existem "máquinas online" capazes de produzir interfaces quase iguais ou iguais às máquinas presenciais.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As tabelas e gráficos deste capítulo expõem os resultados quantitativos desta pesquisa, confrontando os dois grupos com os quais foram trabalhados durante seis meses, avaliando interface com a máquina de raio-x. A perspectiva é que o grupo experimental deveria ter tido um aproveitamento melhor do que o outro grupo que não teve acesso a interfaces com a máquina durante as aulas. Foi feito um levantamento sobre conteúdos e metodologias para que os estudantes dessem respostas a fim de podermos também comparar as formas de aprendizado. Tanto as notas das questões objetivas dos grupos, quanto suas respostas sobre a avaliação do aprendizado se utilizando da escala Likert resultaram em análises estatísticas similares.

Todos sabiam que estavam em processo de produção de uma pesquisa ao mesmo tempo em que estavam em produção de uma disciplina. Portanto, pode-se afirmar que havia um objetivo em comum a ser alcançado. Assim, foram conduzidas formas conjuntas de pensar e agir. Essa interação produz também uma interiorização por meio das práticas disciplinares, trabalho conjunto, troca de experiências. A coleta das informações seguiram este padrão: a tentativa de avaliar com um grau sofisticado de instrumentos.

6.1 Desempenho em grupo

Na tabela a seguir, estão descritos dados que servirão de referência para a análise comparativa entre os grupos. Na coluna “Nota 1”, estão localizadas as notas da primeira avaliação objetiva para cada participante da pesquisa. Na coluna “Nota 2” são relatadas as notas da segunda avaliação objetiva de cada aluno. A coluna “Média Notas Objetivas” mostra a média das “Notas 1” e “Notas 2” atingidas por cada participante da pesquisa. As médias de tais notas foram necessárias, pois os métodos estatísticos escolhidos para a comparação entre os grupos controle e experimental usam como referência as médias e medianas de dados numéricos.

6.1.1 Avaliações

Tabela 1- Dados da Pesquisa por Grupo/ Participante. O grupo “0” é o grupo Controle e o grupo “1” é o Experimental. As afirmativas da escala Likert estão no Apêndice E.

Aluno	Grupo	Notas Provas Objetivas		Média Notas Objetivas	Afirmativas Feitas na Escala Likert													Média Individual Escala Likert	Escala Likert Média	Moda Escala Likert		
		Nota 1	Nota 2		Afirm 1	Afirm 2	Afirm 3	Afirm 4	Afirm 5	Afirm 6	Afirm 7	Afirm 8	Afirm 9	Afirm 10	Afirm 11	Afirm 12	Afirm 13					
Cirleu C. da Silva	1	0	9	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,167	1	1
Cidinei N. Santos	2	0	9	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,083	1	1
Emanuelh O. Silva	3	0	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,333	1	1
Alana R. Sombra	4	0	6	5,5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,917	2	2
Marília A. dos Santos	5	0	7	7,25	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,500	1,5	1
Gabryson F. Oliveira	6	0	6	5,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000	1	1
Carlos André	7	0	6	5,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,200	1	1
Brenda A. Oliveira	8	0	8	6,67	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000	1	1
Luciana S. Ubiatã	9	0	3	3,34	1	1	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,417	1	1
Patricia Silva Rocha	10	0	4	3,34	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,417	1	1
Daiane Ribeiro	11	0	2	3,34	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,917	2	2
Williane S. Freitas	12	0	4	3,34	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,417	1	1
Adriana A. Gomes	13	0	6	6,67	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,083	1	1
Maira Nêide Sousa	14	0	7	3,34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000	1	1
Faquel Filgueiras	1	1	7	7,5	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,0769	1	1
Maira Karine P. da Costa	2	1	6	6,67	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,8462	2	2
Daniel dos Santos	3	1	6	8,34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,3846	1	1
Andrelina Bandeira	4	1	3	3,34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,000	1	1
Alexandro Uilson	5	1	8	6,67	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,5385	2	2
José Roberto Almeida	6	1	8	8,34	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,8462	2	2
Maira da Silva	7	1	8	5	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,3077	1	1
Berlene C. das Chagas	8	1	4	6,67	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,2168	1	1
Mairias Edlardo	9	1	8	5	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,5385	2	2
Raimundo Wagner F. Araujo Lima	10	1	4	3,34	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,3846	1	1
Andreas V. Alves	11	1	9	7,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,3846	1	1
José Elias da Costa Junior	12	1	5	8,34	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,000	1	1
Daniela U. de Melo	13	1	5	3,34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,3077	1	1
Carlos Henrique Jurá	14	1	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,3077	1	1
Antônia Eliane Barroso	15	1	5	5	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,3077	1	1

Fonte: Produção do autor.

Na tabela 1 estão expostas as médias das notas 1, notas 2 e notas 1 e 2, de todos os participantes do grupo Controle “0” e do grupo Experimental “1”. Para o cálculo dessas médias foram utilizados as “Notas 1” e “Notas 2” presentes na referida tabela. Observa-se que, em qualquer uma das composições de notas, as médias do grupo experimental superaram as médias do grupo controle. Apesar da comparação entre as médias dos grupos mostrar que os alunos que tiveram aula com a máquina obtiveram melhores notas do que àqueles que não acessaram a aparelhagem de Raios X, faz-se necessário uma análise estatística mais detalhada para saber se as diferenças entre tais médias de notas são significantes, a fim de concluir se a máquina trouxe ou não real benefício no aprendizado.

Se utilizando dos valores das notas dos alunos de cada grupo, faz-se necessário, primeiramente, saber se os dados são ou não paramétricos com o objetivo de verificar se a distribuição dos dados da pesquisa segue uma normalidade, ou seja, a curva de Gauss.

Sabe-se que as análises estatísticas são divididas em duas vertentes: uma paramétrica, que parte do conceito de uma distribuição de frequências de dados que sigam uma normalidade; ou uma não paramétrica que não seja normal. A classificação paramétrica e não paramétrica se dá em cima dos parâmetros média e desvio padrão. Sendo uma distribuição paramétrica, ou seja, que segue uma gaussiana, o estudo dos dados pode ser feita através de médias e desvios padrão. Agora, sendo a distribuição não paramétrica, análise dos dados não deve ser utilizada o desvio padrão pois, tal desvio corresponde ao ponto de inflexão de uma curva normal, que tal distribuição não se encaixa. Assim, a análise não paramétrica é padronizada em cima de médias e medianas.

Para fazer essa verificação da normalidade para esse tamanho de amostra, utilizamos teste de Shapiro-Wilk¹(Anexo A). Após o teste, verificamos que os dados são não paramétricos. Usualmente, o p-valor somente tem significância para comparação entre os grupos para um $p < 0,05$. Isso significa que existe uma probabilidade ou chance de 5% dos resultados terem acontecido ao acaso e não devido ao uso da máquina no aprendizado.

Ou seja, quando o pesquisador afirma que as diferenças entre as médias acontecem em virtude da presença da máquina de raios X, a diferença entre as médias somente terá significância se a probabilidade dele estar equivocado for menor do que 5%. O próximo passo agora é saber se as amostras são ou não dependentes. Como os grupos são distintos, isto é, os

¹ Em 1965, Samuel Sanford Shapiro e Martin Wilk publicaram um teste estatístico para analisar se a distribuição de dados quantitativos seguem uma normalidade.

estudantes que compõem o Grupo Controle são diferentes daqueles que compõem o Grupo Experimental e, os resultados de um grupo não influenciam nos resultados do outro, classifica-se os dados como não-dependentes. Sabemos agora que os dados dessa pesquisa são: não paramétricos e não dependentes. Nesta tabela, também estão descritas colunas nomeadas de “afirm”. As “afirms” retratam afirmativas acerca de assuntos relacionados à máquina de raios X, à metodologia de

ensino ou relativas ao ambiente de aprendizado. No total foram avaliadas as respostas das afirmativas de cada grupo de acordo com a escala “Likert” (Apêndice E).

A escolha do método estatístico correto para a análise dos dados pode ser visto no quadro a seguir:

Quadro 1 – Testes estatísticos

Testes Estatísticos			
Paramétricos		Não-Paramétricos	
Independentes	Vinculados	Independentes	Vinculados
2 amostras	2 amostras	2 amostras	2 amostras
Teste <i>t</i> (Student)	Teste <i>t</i> (Student)	Mann-Whitney	Wilcoxon
		T. da Mediana	T. dos sinais
		χ^2 (2 x 2)	Mac Nemar
		Proporções	Binomial
Mais de duas	Mais de duas	Exato (Fisher)	
		Kruskal-Wallis	
		Mediana (m x n)	Cochran
		χ^2 (m x n)	Friedman
		Nemenyi	

Fonte: Campos, Geraldo, Livro Virtual : Estatística Prática para Docentes e Pós-Graduandos, Departamento de Estomatologia, USP, São Paulo, 2000.
http://143.107.206.201/restauradora/gmc/gmc_livro/gmc_livro.html. Acesso em janeiro de 2017.

Essas duas condições fazem com que utilizemos o Teste de Mann-Whitney² para verificar se existe diferença estatisticamente significativa entre as médias das notas dos grupos (Anexo A). O resultado do teste de Mann-Whitney é mostrado na tabela a seguir.

Tabela 2 – Análise estatística entre grupos

Análise Estatística entre os Grupos			
Questões Objetivas	Grupos	Média de todos alunos	Fator de Significância entre os grupos (p-valor)
Notas 1	Controle Experimental	5,86 6,07	0,880
Notas 2	Controle Experimental	4,82 6,00	0,085
Notas 1 e 2	Controle Experimental	5,34 6,04	0,310

Produção do autor.

E o que pode-se verificar? Observa-se que os p – valores nas comparações das notas 1, notas 2 e notas 1 e 2 assumiram valores superiores 0,05. Assim, para esses valores de p, atesta-se que não houve uma significativa superioridade de notas das provas objetivas do grupo que teve aulas com a máquina de raios X (experimental) sobre os que tiveram aulas tradicionais (Controle). Vale ressaltar que a diferença entre a nota 2 dos grupos foi a que mais se aproximou da significância, com $p = 0,085$, ou seja, que a chance da probabilidade dos resultados terem acontecido ao acaso e não devido ao uso da máquina no aprendizado foi de 8,5%, valor próximo do limite de 5% tolerado.²

Aqui, estão dispostas as respostas de cada aluno para cada afirmativa. Como vimos no quadro 2, o discente poderia escolher de acordo com a legenda especificada anteriormente enumeradas de 1 a 5. Como, para essa análise, o espaço amostral, ou seja, grupo controle e grupo experimental, continuaram os mesmos, os grupos continuam independentes. Para testar a normalidade dos novos dados foram utilizados novamente o teste de Shapiro-Wilk, que confirmou a não parametrização dos dados. Logo, essa nova análise permanece com as mesmas características dos testes das notas, não paramétricos e independentes.

² O teste de Mann-Whitney é utilizado para verificar se há indícios para concluir que valores de um grupo A superam os valores de um grupo B.

Dessa forma, o teste de Mann Whitney foi novamente utilizado para verificar se existe diferença estatisticamente significativa entre as médias das respostas de todos os alunos de cada grupo de pesquisa para cada afirmativa.

Se utilizando das respostas de cada aluno em cada grupo para cada uma das afirmativas presentes na tabela 2, o Teste de Mann- Whitney calculou uma média geral das respostas de todos os alunos para cada afirmativa em cada grupo. Depois comparou tais médias chegando a um p – valor que serviu com referência para a comparação dos grupos, ou seja, se há indícios que os valores do grupo experimental superaram os valores do grupo controle. A comparação entre os grupos somente terá significância para um valor de menor que 0,05.

Os resultados da análise estatística são mostrados na tabela a seguir:

Tabela 3 – Análise estatística

Análise Estatística			
Afirmativas	Grupos	Média de todos os alunos	Fator de Significância entre os grupos (p- valor)
Afirm 1	Controle	1,07	0,561
	Experimental	1,20	
Afirm 2	Controle	1,47	
	Experimental		
Afirm 3	Controle	1,29	0,621
	Experimental	1,40	
Afirm 4	Controle	1,43	0,847
	Experimental	1,33	
Afirm 5	Controle	1,50	0,451
	Experimental	1,33	
Afirm 6	Controle	1,21	0,715
	Experimental	1,13	
Afirm 7	Controle	1,21	0,591
	Experimental	1,33	
Afirm 8	Controle	1,21	0,813
	Experimental	1,27	
Afirm 9	Controle	1,43	0,652
	Experimental	1,53	
Afirm 10	Controle	1,29	0,621
	Experimental	1,40	
Afirm 11	Controle	1,36	0,234
	Experimental	1,67	
Afirm 12	Controle	1,71	0,747
	Experimental	1,80	
Afirm 13	Controle	1,14	0,747
	Experimental	1,07	

Fonte: Produção do Autor

E o que pode-se verificar? Observa-se que os p – valores nas comparações das afirmativa 1 até a 13 assumiram valores superiores 0,05. Assim, para esses valores de p,

atesta-se que não houve uma significativa superioridade das médias das respostas das afirmativas do grupo que teve aulas com a máquina de raios X(experimental) sobre os que tiveram aulas tradicionais(Controle).Não foi feita a análise da afirmativa 2 , pois o grupo controle não respondeu tal afirmativa por se tratar de um item vinculado à máquina de raios X.

Na tabela 1 , estão representadas a mediana e a moda para o conjunto de respostas dadas por cada discente da pesquisa. A mediana se torna relevante na pesquisa ,pois ela determina um valor de tendência central, ou seja, indica exatamente o valor central de uma amostra de dados. Assim, em torno desse valor pode-se verificar o percentual de cada resposta. Para determinar a mediana, precisamos primeiramente ordenar os valores de todas as respostas dadas por cada aluno para todas as afirmativas. A mediana representa um valor numérico que divide a metade dos dados com valores inferiores da outra metade de dados com valores superiores. No grupo “1” (experimental), a mediana foi representada pelo termo central, pois foram avaliadas 13 afirmativas ou seja, um número ímpar de afirmativas. No grupo “0” foram respondidas 12 afirmativas determinando uma ausência de um termo central. Assim, a mediana foi determinada pela média dos dois termos centrais. A moda, por sua vez, representa a resposta mais frequente dada por cada aluno para todas as afirmações.

6.1.2 Comparações entre os grupos

Como, na pesquisa, o que se torna relevante é a comparação entre e os grupos experimental e controle, na tabela a seguir estão expostas a mediana e a moda de todos os alunos de um mesmo grupo para cada afirmativa respondida.

Tabela 4 - Comparação das Medianas e modas entre os Grupos/Afirmativas

Análise de Mediana e Moda entre os Grupos			
Afirmativa	Grupo	Mediana	Moda
Afirm 1	Controle	1	1
	Experimental	1	1
Afirm 2	Controle		
	Experimental	1	1
Afirm 3	Controle	1	1
	Experimental	1	1
Afirm 4	Controle	1	1
	Experimental	1	1
Afirm 5	Controle	1,5	1 e 2
	Experimental	1	1
Afirm 6	Controle	1	1
	Experimental	1	1
Afirm 7	Controle	1	1
	Experimental	1	1
Afirm 8	Controle	1	1
	Experimental	1	1
Afirm 9	Controle	1	1
	Experimental	2	2
Afirm 10	Controle	1	1
	Experimental	1	1
Afirm 11	Controle	1	1
	Experimental	2	2
Afirm 12	Controle	2	1
	Experimental	2	2
Afirm 13	Controle	1	1
	Experimental	1	1

Fonte: Produção do Autor

Através dos resultados mostrados na tabela 4, observa-se para as afirmativas 1,3,4,6,7,8,10 e 13, os dois grupos atingiram 1 como mediana, ou seja, tem uma tendência de concordar totalmente com as afirmativas. Já a moda, para as mesmas afirmativas citadas, mostraram que a moda assumiu o valor 1, ou seja, a resposta mais frequente em ambos os grupos para tais afirmativas é que os discentes concordam totalmente com as afirmativas. Tais resultados mostram que, para essas afirmativas, não há uma diferença nas formas de produção do conteúdo, metodologia e formas de trabalho.

Não houve comparação entre os grupos na afirmativa 2, pois somente o grupo experimental respondeu. Agora, nessa mesma afirmativa, observa-se que tanto a mediana e a moda assumiram o valor 1 para o grupo experimental. Isto leva a crer, que todos esses alunos do grupo experimental tendem a concordar plenamente com a afirmativa em questão, ou seja, que as aulas com a presença do aparelho RX no hospital melhorou a compreensão dos conteúdos de Física aplicados à máquina de raios X.

Na afirmativa 5, a mediana para o grupo controle assumiu o valor 1,5. Isso significa que 50% dos alunos desse grupo responderam 1(concordam totalmente) e 50% responderam 2(concordam). Para essa afirmativa obteve-se uma situação bimodal, com as respostas 1 e 2 sendo respondidas com a mesma frequência. Já o grupo experimental, tanto a mediana como a moda assumiram o valor 1, ou seja, tem uma tendência de concordar totalmente com as afirmativas. Observa-se que não houve uma diferença considerável entre os grupos, pois em ambos, os alunos concordaram totalmente ou concordaram com a afirmativa analisada.

Nas afirmativas 9 e 11, a mediana e a moda assumiram ambos os valores 1 para o grupo controle e ambos os valores 2 para o grupo experimental. No grupo controle concordaram totalmente e no experimental concordaram que o aprendizado acerca do efeito anódico, frenagem no ânodo e espalhamento Compton foram satisfatórios e que, também, ficou compreendida a influência da densidade do tecido radiografado no poder de penetração dos Raios X.

Por último, na afirmativa 12, os alunos do grupo controle responderam como tendência, concordar com a afirmativa, apesar da resposta mais frequente ter sido que concordam plenamente. Tal divergência se deu ao fato de que alguns alunos terem respondido com a resposta 3, ou seja que não concordam nem discordam com a afirmativa. Já o grupo experimental concordou totalmente com tal alternativa. A fim de ter uma noção das frequência de respostas de todas as afirmativas juntas, foi calculado a mediana e a moda entre os grupos. Tais valores são representados na tabela a seguir.

Tabela 5 - Mediana e moda de todas as afirmativas para cada grupo³

Mediana da Escore do Grupo Controle	1	Mediana da Escore do Grupo Experimental	1
Moda da Escore do Grupo Controle	1	Moda da Escore do Grupo Experimental	1

Fonte: Produção do autor

6.1.3 Correlações

Em busca de uma análise estatística mais ampla, foi feito um estudo comparativo entre os valores das notas atingidas pelos alunos nas questões objetivas sobre os assuntos relativos

³ A tabela mostra que maioria das respostas foi "1" e que a uma tendência em concordar totalmente com as formas de apresentação do conteúdo, metodologia, aprendizado e formas de trabalho utilizadas na pesquisa. Analisando as afirmativas juntas ou separadas, os grupos fazem avaliações equivalentes. Tais resultado mostram que, independente do grupo pesquisado, os participantes estão totalmente de acordo com as afirmativas e que o uso da máquina de raios X não foi um diferencial considerável no aprendizado

ao aparelho de raios X com as respostas das afirmativas que avaliam a opinião do discente acerca dos tópicos lecionados, aprendizado e metodologias utilizadas. Como já foi testado anteriormente através do teste de Shapiro- Wilk , sabe-se que as notas e as afirmativas são dados não paramétricos.

Shimakura (2005) afirma que em análises cujos os dados não seguem um comportamento linear, existindo alguns valores bem discrepantes dos outros presentes no grupo em estudo, onde uma relação gráfica através de curvas crescentes ou decrescentes parece ser evidente, o melhor teste para relacionar tais dados é o que calcula o coeficiente de correlação por postos, conhecido como teste de Spearman⁴.

De acordo com Shimakura, tal teste pode ser utilizado para relacionar dados que possuem escalas de medida distintas, mas que existe uma enumeração clara, no nosso caso, notas 1 e 2 e afirmativa de 1 a 13. A escolha do método de análise estatística de Spearman se deu pelo fato de ser não paramétrico, se encaixando nas características dos nossos dados de pesquisa.

O teste de Spearman se utilizou das médias das notas de todas as avaliações objetivas realizadas pelos alunos (Notas 1 e 2 de todos os alunos de cada grupo) e da média de todas as respostas para cada afirmativa, também de todos os participantes do mesmo grupo. Com esses valores foram determinados um valor de percentual de probabilidade de significância (p-valor) e um dado de correlação r entre notas e afirmativas. Somente haverá significância para um p -valor $< 0,05$ e a correlação r entre notas e afirmativas segue a interpretação exposta na sequência:

$r = -1$: correlação linear perfeitamente negativa.

$r = -0,70$: correlação linear negativa forte.

$r = -0,50$: correlação linear negativa moderada.

$r = -0,30$: correlação linear negativa fraca.

$r = +0,30$: correlação linear positiva fraca.

$r = +0,50$: correlação linear positiva moderada.

$r = +0,70$: correlação linear positiva forte.

$r = +1$: correlação linear perfeitamente positiva.

⁴ O teste de Spearman é chamado assim devido a Charles Spearman. Tal teste é usado para buscar correlação entre dados distintos de uma mesma pesquisa

Tabela 6 – Correlação entre afirmativas e notas do grupo controle

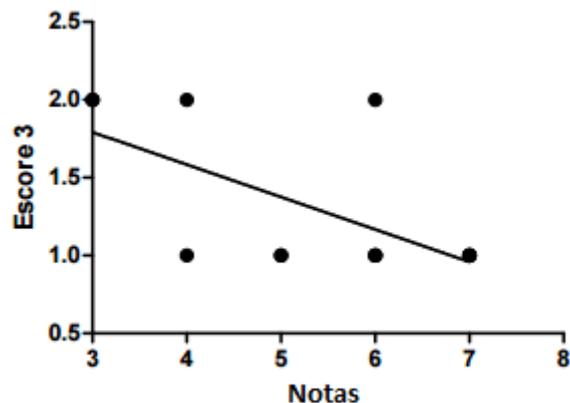
Correlação entre Notas e Afirmativas do grupo Controle		
Afirmativa	Significância p - valor	Correlação r
Afirm 1	0,906	,035
Afirm 2		
Afirm 3	0,20	-,612*
Afirm 4	0,513	-,191
Afirm 5	0,127	-,428
Afirm 6	0,069	-,500
Afirm 7	0,120	-,435
Afirm 8	0,941	-,022
Afirm 9	0,160	-,396
Afirm 10	0,415	-,237
Afirm 11	0,368	-,261
Afirm 12	0,520	-,188
Afirm 13	0,288	-,306

Fonte: Produção do Autor

Pelos dados obtidos na tabela através do teste de Spearman, vemos que todos p-valor são maiores do que 0,05, exceto no que compara as notas e as respostas do escore (afirmativa) 3. Assim, conclui-se que, excluindo o escore 3, todos os demais não mostram análise significativa para dados que relacionam nota versus escores (afirmativas). Observa-se também, que todos os coeficientes de correlação assumiram valores diferentes de zero. Isso mostra que

existe uma correlação entre notas e escores (afirmativas), apesar de não ser significativa para praticamente todas as correlações.

Em relação a análises nota versus escore (afirmativa) 3, os resultados foram significantes com um $p = 0,02$, ou seja, que a chance de os resultados terem acontecido ao acaso é de apenas 2% e não devido ao uso da máquina de Raios X no aprendizado. Houve também uma correlação inversa com um coeficiente $r = -0,612$. A correlação negativa determina que o aumento de uma das variáveis de estudo leva ao decréscimo da outra. Tal correlação nos informa que, quanto maior a nota do estudante, menos ele concorda com a afirmativa 3. Vejamos o gráfico que retrata essa correlação inversa:



Os demais gráficos que relacionam as outras afirmativas não foram especificados, pois não mostraram significância nos resultados da pesquisa. A afirmativa “afirm 2” não foi respondida pelo grupo Controle, pois se refere ao uso da máquina de raios X, ausente no aprendizado desse grupo. Na correlação entre notas e afirmativas do Grupo Experimental foram utilizados os mesmos testes aplicados no estudo da correlação entre notas e afirmativas do grupo Controle. Assim, a confirmação da não parametrização e o estudo de correlação de dados de Spearman foram a base desse estudo.

Tabela 7 – Correlação entre notas e afirmativas do grupo Experimental

Correlação entre Notas e Afirmativas do grupo Experimental		
Afirmativa	Significância p - valor	Correlação r
Afirm 1	0,447	,213
Afirm 2	0,581	0,155
Afirm 3	0,,499	-,189
Afirm 4	0,684	,115
Afirm 5	0,098	,443
Afirm 6	0,936	-,023
Afirm 7	0,209	,344
Afirm 8	0,137	,402
Afirm 9	0,507	,186
Afirm 10	0,252	,316
Afirm 11	0,203	,349
Afirm 12	0,454	,209
Afirm 13	0,172	,372

Fonte: Produção do Autor.

Pelos dados obtidos na tabela através do teste de Spearman, vemos que todos p-valor são maiores do que 0,05. Assim, conclui-se que todos os valores não mostram análise significativa para dados que relacionam nota versus afirmativas do grupo experimental. Observa-se também, que todos os coeficientes de correlação assumiram valores diferentes de zero. Isso mostra que existe uma correlação entre notas e afirmativas, apesar de não ser significativa para praticamente todas as correlações. Diferente da correlação notas versus afirmativas no grupo controle, no grupo experimental, na maioria das análises das notas com

cada afirmativa do grupo, houve uma correlação direta com um $r > 0$, apesar de não significativa. Em toda esta sessão foi utilizado o programa estatístico SPSS for Windows (*Statistic Package for Social Science* versão 20.0) para análise e elaboração de tabelas e gráficos cedido pela Unichristus, portadora da licença para o uso.

6.2 MÁQUINAS E CONEXÕES

Que valores os estudantes desta pesquisa atribuem à máquina nos processos de aprendizagem? E que estratégias estes mesmos estudantes produzem quando se veem impossibilitados de acioná-las (Apêndice B) ? Quando utilizam as máquinas emergem as categorias de análises como *interação*, *relação teoria-prática*, *satisfação*. Da sua ausência, os estudantes substituem a interação com as máquinas pelos meios online, formas tradicionais de produção do conhecimento e performances presenciais. Este capítulo descreve as relações de valores que estudantes atribuem à formação com a máquina de raio-x, na disciplina de física radiológica. As descrições ocorrem a partir das vivências e entrevistas realizadas durante o curso, em conteúdos agrupados em conceitos expressos nos dois tópicos seguintes.

Quando utilizada, a máquina de raio-x é inserida como um instrumento para o estudante adquirir conhecimento – quando o processo de interação oscila no sentido da máquina para os estudantes e dos estudantes para a máquina. Na primeira modelagem, a máquina "ensina". Na segunda ocorre um processo em que os estudantes protagonizam e tiram partido da máquina. Quando não dispomos da máquina, o professor substitui a ausência da máquina por meio de didáticas, aulas-passeio. Como será observado, os estudantes também assumem um protagonismo para supressão da falta, articulando-se entre grupos e dispositivos online.

i) Opinião dos estudantes pesquisados, quando utilizam a máquina

- **Teoria-prática:** “A máquina consegue unir a teoria com a prática. Os conhecimentos se complementam e a aprendizagem se torna definitiva. Com a prática da vivência teórica, o aprendizado se fixa de forma mais clara”.
- **Interação.** “Quando ocorre a interação com a máquina, o entendimento sobre a produção dos Raios X se torna mais completo. Podemos aprimorar o nosso próprio conhecimento, em interação com o grupo e com o professor”.
- **Satisfação.** “A produção das aulas se torna muito mais gratificante quando se aplica os conhecimentos adquiridos na própria máquina. Por sua vez podemos colocar em execução a nossa visão do conteúdo em questão”.

ii) Opinião dos estudantes pesquisados, quando não utilizam a máquina

- **Mapas-links.** Realização de mapa de estudo, com links puxando para os assuntos que o professor abordou em aula. Uso de vídeos da internet como expressão "prática".

- **Presencial.** Formação de grupos para troca de conhecimento. Busca no próprio ambiente de trabalho para acesso ao conteúdo. Articulação com profissionais já atuantes na área para tirar dúvidas.
- **Online.** Acionar redes online. Tentar informações que pelo menos aproximem da realidade de um máquina de raio X, ou mesmo mistificar acessórios que ajude a sombrear os equipamentos em falta. ¹.

6.2.1 A máquina como um elo

Ao responder a questão sobre a "importância da máquina raio-x na produção do curso de radiologia"(Apêndice B), os estudantes revelam que a máquina é bastante significativa para a aprendizagem dos estudantes. Do ponto de vista das suas subjetivações representa um *elo* para conexão entre a teoria e a prática. É dispositivo de interação, enriquecimento, aprendizagem e dinâmica. Neste aspecto, a máquina exerce um poder de propagação da aprendizagem, realizando mesmo uma rede de conexão entre os conceitos e a ação. Como *elo*, a máquina produz corrente, relações, entrelaçamento – o que na opinião dos estudantes se torna “indispensável para interação”. A máquina é percebida também como dispositivo de enriquecimento por ir além das práticas transmissivas.

¹ Os sites indicados pelos estudantes são os seguintes:

- cbr.org.br
- www.cnen.gov.br
- www.anvisa.gov.br
- www.scielo.org
- portaldaradiologia.com/
- <https://e-radiologia.org/>
- cbr.org.br
- <http://www.tecnologiaradiologica.com/#inicio>
- <http://conter.gov.br/>
- radiologia.blog.br

Tabela 8 - Importância da máquina raio-x na produção do curso de radiologia, quanto a aprendizagem, satisfação e interatividade.

Categorias	Propriedades
Interface da máquina de raio-x nos processos de ensino e aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Faz um elo entre Teoria e Prática ▪ Indispensável para interação ▪ Aprendizado enriquecedor ▪ Aprender de forma clara ▪ Facilita o aprendizado ▪ Satisfação em aprender <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aprimoramento do conhecimento ▪ Tornar a aprendizagem fácil ▪ Familiariza os alunos com a máquina ▪ Dinamiza o aprendizado

A partir das análises dos questionários abertos (Apêndice B) percebe-se que para os estudantes a máquina apresenta-se como uma conexão entre a teoria e a prática, estabelecendo também uma *clareza* no que é aprendido por meio da experiência, o que resulta num “aprimoramento” do conhecimento. Para eles a máquina facilita e dinamiza o aprendizado, tornando claro o que é aprendido, deixando-os satisfeitos. Estes conceitos hoje ocorrem nos processos formativos como desafio didático. “Tornar a aprendizagem fácil” é uma dinâmica necessária aos processos de produção do conhecimento. Nas conceitualizações dos estudantes a máquina é apresentada com todas estas propriedades: de envolvimento, agrupamento de relações, produção de estímulos.

Então, como assinalam os estudantes, a máquina tem uma potência qualitativa para:

a) Produzir conhecimento de “forma sucinta”:

“O contato com a máquina de raios x durante o curso, facilitou a aprendizagem, fazendo parecer mais simples o seu funcionamento e proporcionando uma familiaridade entre os alunos e o assunto em questão. Foi um curso de curto período, mas que deu para aprender de forma sucinta e objetiva todo o conteúdo apresentado pelo professor”. (Estudante A)

b) Aprender de forma objetiva:

“O fato de podermos aprender de forma tão clara e objetiva, torna tudo bem mais fácil e nos trás uma satisfação enorme, além de poder interagir diretamente com os aparelhos de perto, facilitando ainda mais auxiliando a teoria à prática”. (Estudante B)

c) Produzir vivências sobre a teoria:

“Quando nos é apresentada a prática da vivência teórica, o aprendizado se fixa de forma mais clara, pois com a prática é muito mais engrandecedor o conteúdo que nos é passado, bem como podemos colocar em execução a nossa visão do conteúdo em questão, assim como podemos aprimorar o nosso próprio conhecimento”. (Estudante C).

Tabela 9- Formas de interação entre o aluno e a máquina na produção da disciplina.

Categorias	Propriedades
Formas de inserção entre o aluno e a máquina	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aprendizado real ▪ Esclarecimentos de dúvidas ▪ Coloca em prática as vivências acadêmicas ▪ Deixa mais confiante sobre o que está sendo aprendido ▪ Permitir testar o conhecimento produzido ▪ Manipulação correta da máquina

Os estudantes também percebem a máquina na produção do conhecimento como um dispositivo de aprendizagem “real”. O que é *real* – nas suas concepções - é o que não é teórico. Assim, a realidade é expressa pela experimentação, a experiência, o sentido. A máquina é tida também como um dispositivo funcional para, por exemplo, “esclarecimento de dúvidas”. Heineck (1999), diz que para deixar claro o conhecimento produzido, este deve estar associada à experimentação concreta do conteúdo. E é nesse sentido que as aulas experimentais permitem confrontar as concepções trazidas pelos alunos com aquelas desejadas pelos professores, a fim de que possam ser demonstradas as concepções cientificamente aceitas pela comunidade científica, sem que, com isso, as idéias prévias dos alunos sejam desmerecidas, mas analisadas no sentido da comprovação dos fenômenos físicos.

Outro conceito que se expressa em torno da interação com a máquina é a *confiança sobre o que está sendo aprendido*. A necessidade de testar, de expressar concretamente o que é dito e projetado está presente nas concepções dos formandos. A confiança vem da performance. E esta se expressa pelo teste da habilidade de si mesmo, traduzida por eles e elas em outro conceito muito precioso para o mundo-máquina – a *manipulação*. Com efeito, manipular não se trata de adestrar uma mente, direcionar um sentido, mas de operar e acionar máquinas, de produzir agenciamentos e conexões. Poder manipular é sem dúvidas uma conquista da socialização das máquinas, das possibilidades mesmas que todos têm de produzir-se.

Quando se trata de manipular, assim uma estudante expressa o poder da máquina como dispositivos de observação, prática e execução:

- a) *Observar*: "Assim podemos ter a confiança de que os conhecimentos teóricos nos permitirão o embasamento necessário para permitir os primeiros passos".
- b) *Praticar*: "Colocar em prática toda a vivência acadêmica e buscar quais áreas podemos precisar nos dedicar mais".
- c) *Executar*: "Aproveitar a presença e confinância do professor para buscar executar e corrigir quantas vezes forem necessárias para um bom conhecimento". (Estudante D).

6.2.2 Agenciamentos

Quando o estudante não pode recorrer às máquinas, ocorre tanto um agenciamento das formas tradicionais de transmissão, quanto conexão com dispositivos online, justo para suprir a ausência do equipamento. O agenciamento ocorre portanto como um movimento de conexões, acessos e práticas. Nestas condições, a performance individual do professor é também observada pelos estudantes como um valor – especialmente quando este trata de expandir os espaços da sala de aula. Com efeito, a equipe desta pesquisa ressalta as “visitas a hospitais” como um dos valores didáticos da disciplina. Esta expansão ocorre também pela iniciativa dos próprios educandos, como afirma o estudante “E”: "No meu caso procurei estágios voluntários em alguns locais onde o fluxo de atendimento é razoavelmente alto e com isso é possível por em prática o que foi ensinado em sala de aula".

Com o uso de atividades diferenciadas é possível ampliar o interesse dos alunos e proporcionar momentos de discussão e reflexão capazes de aprimorar as interações entre o professor e os alunos, apontando caminhos que permitam ao docente contemplar outras possibilidades didático-pedagógicas, capazes de ampliar o senso crítico e a conscientização dos estudantes, de modo que esses possam atuar assumindo suas responsabilidades na sociedade (ARAÚJO; SOUZA, 2010).

Tabela 10 – Aprendizagem dos conceitos da radiologia SEM interação com a máquina de raio-x.

Categorias	Propriedades
Aprendizagem dos conceitos da radiologia sem a máquina de raio-x	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forma Teórica ▪ Autodidata ▪ Auxílio do professor ▪ Utilização de livros ▪ Visitas a hospitais ▪ Observação de imagens ▪ Leituras ▪ Vídeos

Embora reconheçam que "a falta de equipamento" é um peso para o êxito, os estudantes

desenvolvem estratégias de produção de conhecimento, incluindo seu próprio contexto como espaço de aprendizagem, como assinala o estudante "F":

A falta de equipamento é um peso muito grande para o êxito acadêmico, diante dessa situação a busca por alternativas é fundamental, bem como a formação de grupos de alunos para troca de conhecimento, buscar no próprio ambiente de trabalho o acesso ao conteúdo, tentar informações que pelo menos nos aproxime da realidade de um máquina de raio X, ou mesmo mistificar acessórios que nos ajude pelo menos a sobrear os equipamentos em falta.

Ressalte-se para a busca de alternativas para aproximar o conhecimento teórico da realidade dos equipamentos. Na impossibilidade da máquina, os estudantes recorrem ao que chamam de “formas teóricas”, autodidatas, ou seja, à produções com livros, leituras, observação de imagens e suportes com vídeos. Nestas relações, o “auxílio do professor” emerge como uma ação didática capaz de suprir a falta. Estas atitudes configuram por um lado que os jovens tem consciência da necessidade da sua boa formação e se mobilizam para articular meios tradicionais e tecnológicos para suprir suas faltas. Os conhecimentos e as demandas formativas mudam com muita rapidez, é preciso que os estudantes sejam aprendizes eficazes e flexíveis, que sejam capazes de se adaptar as novas demandas (POZO; CRESPO, 2009).

Tabela 11 – Meios que o aluno utiliza para fazer experimentos online sobre o ensino de radiologia.

Conceito	Propriedades
Sites utilizados pelos alunos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sites acadêmicos ▪ Playimagens ▪ Revista online ▪ Bibliotecas virtuais ▪ Youtube

Os estudantes constroem redes e links para relacionar seus conteúdos expressos em sala com os conteúdos disponibilizados no online. Uma das formas de conexão entre o presencial com o virtual é a realização de mapa de estudo, com links ‘puxando’ para os assuntos que o professor abordou em aula. As qualidades dos estudantes os levam a construir mapas presenciais-onlines com os quais produzem hipertexto sobre os conteúdos. Estes hipertextos se linkam com imagens (“playimagens”), sites acadêmicos e revistas online (cbr.org.br; www.cnen.gov.br; www.anvisa.gov.br; www.scielo.org; portaldaradiologia.com; https://e-radiologia.org/; cbr.org.br; http://www.tecnologiaradiologica.com/#inicio), bibliotecas virtuais e com Youtube.

Com efeito, o Youtube oferece condições para que os estudantes tenham quase a “presença” da máquina (no caso a máquina de raio-x) por meio de vídeos em que os próprios estudantes podem interagir com seus criadores, proporcionando por meios virtuais uma presença significativa das práticas realizadas com a máquina. Na sociedade informação, a escola não é mais a primeira, nem sequer é a principal fonte de conhecimentos para os alunos que tem muitas possibilidades de informações, muitas vezes mais atraentes e ágeis (POZO; CRESPO, 2009). Os estudantes não ficam passivos perante a falta. Esta arte mesma de buscar, na prática, se torna uma pesquisa permanente de experimentação, exploração e busca. Isto nos parece que passa à distância das nossas intencionalidades, posto que a desconhecemos com mais profundidade. Neste sentido, ressalte-se aqui os seguintes dispositivos – destacados pelos estudantes - como novos instrumentos de aprendizagem:

- Tomar nota: construir links para relacionar conteúdos do presencial com o online.
Construir mapas-redes
- Fixação do conteúdo: interação entre professor-grupo-sítios online. Tornar conceito senso comum;
- Conhecimentos prévios: capital imaterial dos estudantes, relação com redes de conhecimento
- Simplificação dos conteúdos: mediatizar conteúdos: relacioná-los com vídeos, linká-los em redes;

6.2.3 Conhecimento sobre as máquinas

Este capítulo produz um rascunhamento sobre as contradições observadas no capítulo anterior, quando ocorreu quase um “empate” entre as performances dos alunos que utilizaram a máquina e os que não utilizaram nos seus processos formativos. Embora todos admitam que o equipamento é indispensável para o sucesso e a qualidade do curso, quando suas próprias qualidades são confrontados com/sem a interação com a máquina não há uma grande diferença nas suas performances quando tem que oferecerem respostas conceituais. Que conclusão podemos admitir: Que as máquinas são dispensáveis? Que a didática do professor é capaz de suprir as faltas? Que as máquinas por si só exercem uma fascinação e esta se torna signo da qualidade?

Estas questões devem ser abordadas numa relação de complexidade, considerando os saberes prévios dos estudantes, o contexto social dos cursos e os próprios métodos disciplinares. Talvez estejamos tirando pouco partido das máquinas. Talvez as máquinas

estejam sendo hegemonicamente utilizadas como instrumentos e não dispositivos de conexões. Uma resposta mais significativa é considerar que o conhecimento ocorre num mundo de máquinas, em rede, por meio do qual um saber geral está em conexão permanente com as profissões. Esta problemática é tratada no capítulo seguinte, quando fazemos uma breve conclusão desta pesquisa.

7. PRODUTO EDUCACIONAL

7.1 Plano de ensino diferenciado: um caminho para a obtenção de melhores resultados no aprendizado

Todo plano de ensino, para ser bem elaborado, deve ter claro os fins educativos da disciplina que será lecionada. O docente deve deixar claro o caminho a ser seguido a fim de alcançar os objetivos de aprendizado. A não concepção de tais objetivos fará que as habilidades e competências inerentes à disciplina ministrada não sejam alcançadas e, conseqüentemente, os formandos não conseguirão atuar de forma ampla, segura e crítica em uma determinada área específica. Dessa forma, quando o aluno é induzido a, por exemplo, ler um artigo, o processo de leitura não deve ser um tópico presente como alvo no plano de ensino e sim, a interpretação crítica de tal leitura (PRATES, 2008).

Da mesma forma, quando introduzimos a máquina de raios X no plano de ensino de física radiológica como objeto do processo de ensino e aprendizagem, o objetivo deve ser em aplicar os assuntos de física moderna e contemporânea presentes no aparelho de radiodiagnóstico de forma que o discente seja capaz de interpretar os processos que envolvem o maquinário e assim, possa atuar de forma mais segura no processo de aquisição de imagens.

Ainda segundo Prates, todo o projeto pedagógico de uma disciplina deve ter como foco as matrizes curriculares que devem, por sua vez, ser evidenciados claramente no plano de ensino. Assim, toda a prática metodológica executada pelo professor deve seguir uma sequência didática eficaz e capaz de tornar os momentos conjuntos de aprendizado objetivos e eficazes.

7.2 A origem, construção e concepção da proposta

No contexto da elaboração de um plano de ensino que se adeque a realidade da pesquisa “Os estudantes percebem a máquina na produção do conhecimento como um dispositivo de aprendizagem real”. O que é *real* – nas suas concepções - é o que não é teórico. Assim, a realidade é expressa pela experimentação, a experiência, o sentido. A máquina é tida também como um dispositivo funcional para, por exemplo, “esclarecimento de dúvidas”. Heineck (1999), diz que para deixar claro o conhecimento produzido, este deve estar associada à experimentação concreta do conteúdo. E é nesse sentido que as aulas experimentais

permitem confrontar as concepções trazidas pelos alunos com aquelas desejadas pelos professores, a fim de que possam ser demonstradas as concepções cientificamente aceitas pela comunidade científica, sem que, com isso, as idéias prévias dos alunos sejam desmerecidas, mas analisadas no sentido da comprovação dos fenômenos físicos.

Outro conceito que se expressa em torno da interação com a máquina é a *confiança sobre o que está sendo aprendido*. A necessidade de testar, de expressar concretamente o que é dito e projetado está presente nas concepções dos formandos. A confiança vem da performance. E esta se expressa pelo teste da habilidade de si mesmo, traduzida por eles e elas em outro conceito muito precioso para o mundo-máquina – a *manipulação*. Com efeito, manipular não se trata de adestrar uma mente, direcionar um sentido, mas de operar e acionar máquinas, de produzir agenciamentos e conexões. Poder manipular é sem dúvidas uma conquista da socialização das máquinas, das possibilidades mesmas que todos têm de produzir-se.

Silva Neto (2008) sustenta que nos cursos tecnológicos a Física deveria ser aplicada a Radiologia de forma a preparar o discente formando uma base sólida de conhecimentos essenciais para que na sequência do curso, o aluno possa acompanhar com maior entendimento as disciplinas ligadas de forma direta ao Radiodiagnóstico. Constatou-se também, que várias disciplinas que possuem o nome Física em seu título mostram nos seus planos de aula conteúdos mais de caráter técnico, como revelação, posicionamento, etc (SILVA NETO, 2008).

Com a ausência da máquina de raios X, os estudantes constroem redes e links para relacionar seus conteúdos expressos em sala com os conteúdos disponibilizados nas redes online. Uma das formas de conexão entre o presencial com o virtual é a realização de mapa de estudo, com links ‘puxando’ para os assuntos que o professor abordou em aula. As qualidades dos estudantes os levam a construir mapas presenciais-onlines com os quais produzem hipertexto sobre os conteúdos. Estes hipertextos se linkam com imagens (“playimagens”), sites acadêmicos e revistas online (cbr.org.br; www.cnen.gov.br; www.anvisa.gov.br; www.scielo.org; portaldaradiologia.com; https://e-radiologia.org/; cbr.org.br; http://www.tecnologiaradiologica.com/#inicio), bibliotecas virtuais e com Youtube.

Com efeito, o Youtube oferece condições para que os estudantes tenham quase a “presença” da máquina (no caso a máquina de raio-x) por meio de vídeos em que os próprios estudantes podem interagir com seus criadores, proporcionando por meios virtuais uma presença significativa das práticas realizadas com a máquina. Na sociedade da informação, a escola não é mais a primeira, nem sequer é a principal fonte de conhecimentos para os alunos

que têm muitas possibilidades de informações, muitas vezes mais atraentes e ágeis (POZO; CRESPO, 2009). Os estudantes não ficam passivos perante a falta. Esta arte mesma de buscar, na prática, se torna uma pesquisa permanente de experimentação, exploração e busca.

7.3 O Plano de Ensino de Física Radiológica aplicada à máquina de raios X

CURSO: Tecnologia em Radiologia
DISCIPLINA: Física Radiológica
CARGA HORÁRIA: 40h/a

OBJETIVOS:

Identificar as diversas formas das radiações ionizantes, fornecer as bases físicas da produção dos raios X, elucidar os conceitos acerca da interação da radiação X com a matéria, relacionar e discriminar os dispositivos responsáveis pela formação de imagens no aparelho de raios X, enumerar os acessórios radiológicos e fornecer os tópicos de física moderna e contemporânea que os explicam, ensinar a importância dos parâmetros físicos de eletricidade e os dispositivos responsáveis pela formação e qualidade das imagens de radiodiagnóstico, discutir sobre os riscos e efeitos biológicos das radiações ionizantes, barreiras de proteção e acessórios radiológicos utilizados. Conhecer e identificar códigos, símbolos, sinais e terminologias específicas da radioproteção. Familiarizar o discente com a máquina de raios X, através de sua presença física no processo de aprendizagem. Tornar o aluno crítico, interpretativo e capaz de buscar métodos de aprendizado além da presença do aparelho de raios X, atingindo uma maturidade no processo de ensino e aprendizagem.

AULA	UNIDADE / CONTEÚDO	CH	METODOLOGIA / RECURSOS
Aula 01	Os modelos atômicos, o átomo de Bohr, noções de níveis de energia das camadas eletrônicas; estrutura nuclear.	2h/a	Aula expositiva com o uso de internet vinculada ao uso de data de data show ou lousa digital com simulações, animações e vídeos vinculados ao conteúdo.
Aula 02	Definição de fótons; dualidade onda x partícula.	2h/a	Aula expositiva com o uso de internet vinculada ao uso de data de data show ou lousa digital com simulações, animações e vídeos vinculados ao conteúdo. Exercícios <i>on line</i> no laboratório de informática.
Aula 03	Lei do inverso do quadrado da distância; Equação quântica de Planck; Matéria e energia.	2h/a	Aula expositiva com o uso de internet vinculada ao uso de data show ou lousa digital com simulações, animações e vídeos vinculados ao conteúdo. Uso da máquina de raios X para mostrar a relação distância do irradiado com a quantidade de radiação submetida.
Aula 04	OS RAIOS X (Histórico, propriedades ,produção e o espectro).	2h/a	Aula expositiva com o uso de internet vinculada ao uso de data de data show ou lousa digital com simulações, animações e vídeos vinculados ao conteúdo.

Aula 05	Revisão para avaliação teórica através de discussão entre os discentes acerca das conclusões, dificuldades e alternativas para elucidar os bloqueios de aprendizado em alguns tópicos lecionados.	2h/a	Aula expositiva com o uso de internet vinculada ao uso de data de data show ou lousa digital com simulações, animações e vídeos vinculados ao conteúdo. Exercícios <i>on line</i> no laboratório de informática. Durante a discussão em sala as dúvidas persistentes que não foram resolvidas entre os discentes serão mostradas de lousa escrita ou através de links virtuais.
Aula 06	PROVA TEÓRICA – 1° PERÍODO	2h/a	Avaliação Teórica
Aula 07	Grandezas e unidades utilizadas em Radiologia. Voltagem(KVp), corrente(mA), carga(mAs), tempo(s), mGray.	2h/a	Aula expositiva com o uso de internet vinculada ao uso de data de data show ou lousa digital com simulações, uso de lousa escrita, animações e vídeos vinculados ao conteúdo. Uso da máquina de raios X para mostrar a mesa de comando com as grandezas que determinam os parâmetros de dose de raios X.
Aula 08	Resolução de exercícios	2h/a	Exercícios de grupos com a presença da máquina de raios X, simulando e calculando doses de exames específicos.
Aula 09	A ampola de Raios X, fatores que influenciam na emissão de raios X, rendimento da ampola, potência dos raios X, filtração.	2h/a	Aula expositiva com o uso de internet vinculada ao uso de data de data show ou lousa digital com simulações, animações e vídeos vinculados ao conteúdo.
Aula 10	Análise em grupo de artigo sobre os fatores atenuantes da radiação X no aparelho de radiodiagnóstico.	2h/a	Os alunos ficarão em grupos, farão uma resenha e apresentarão as suas conclusões. Os outros grupos, durante a apresentação dos demais e, vice-versa, serão induzidos pelo docente a intervir e auxiliar na apresentação.
Aula 11	Efeito Compton ,efeito anódico e efeito termiônico	2h/a	Aula expositiva com o uso de internet vinculada ao uso de data de data show ou lousa digital com simulações, animações e vídeos vinculados ao conteúdo.
Aula 12	Fatores que influenciam na qualidade da imagem, fatores que influenciam na absorção dos raios X, meios de contraste.	2h/a	Aula expositiva com o uso de internet vinculada ao uso de data de data show ou lousa digital com simulações, uso de lousa escrita, animações e vídeos vinculados ao conteúdo. Uso da máquina de raios X para mostrar os fatores que influenciam na formação da imagem.
Aula 13	Revisão para avaliação teórica através de discussão entre os discentes acerca das conclusões, dificuldades e alternativas para elucidar os bloqueios de aprendizado em alguns tópicos lecionados.	2h/a	Aula expositiva com o uso de internet vinculada ao uso de data de data show ou lousa digital com simulações, animações e vídeos vinculados ao conteúdo. Exercícios <i>on line</i> no laboratório de informática. Durante a discussão em sala as dúvidas persistentes que não foram resolvidas entre os discentes serão mostradas de lousa escrita ou através de links virtuais.
Aula 14	PROVA TEÓRICA – 2° PERÍODO	2h/a	Avaliação Teórica

Aula 15	Processamento de filmes, equipamentos e acessórios radiológicos.	2h/a	Aula expositiva com o uso de internet vinculada ao uso de data de data show ou lousa digital com simulações, uso de lousa escrita, animações e vídeos vinculados ao conteúdo. Uso da máquina de raios X para mostrar os acessórios que influenciam na formação da imagem e o método de processamento de imagens.
Aula 16	Seminário de apresentação de Imagens defeituosas formadas em filmes radiológicos.	2h/a	Cada aluno apresentará com o uso do negatoscópio as películas e discutirão acerca da má formação das imagens.
Aula 17	Proteção radiológica. A blindagem na sala de raios X.	2h/a	Aula expositiva com o uso de internet vinculada ao uso de data de data show ou lousa digital com simulações, animações e vídeos vinculados ao conteúdo. Uso da máquina de raios X para mostrar os acessórios de proteção e a bartagem da sala de raios X.
Aula 18	Interação da radiação com a matéria. Atenuação da radiação ao atravessar os tecidos humanos. Controle das doses de radiação. Dosímetro.	2h/a	Aula expositiva com o uso de internet vinculada ao uso de data de data show ou lousa digital com simulações, animações e vídeos vinculados ao conteúdo. Será mostrado o dosímetro.
Aula 19	Revisão para avaliação teórica através de discussão entre os discentes acerca das conclusões, dificuldades e alternativas para elucidar os bloqueios de aprendizado em alguns tópicos lecionados.	2h/a	Aula expositiva com o uso de internet vinculada ao uso de data de data show ou lousa digital com simulações, animações e vídeos vinculados ao conteúdo. Exercícios <i>on line</i> no laboratório de informática. Durante a discussão em sala as dúvidas persistentes que não foram resolvidas entre os discentes serão mostradas de lousa escrita ou através de links virtuais.
Aula 20	PROVA TEÓRICA – 3º PERÍODO	2h/a	Avaliação Teórica

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao confrontar a produção de saberes em dois grupos de estudantes com metodologias didáticas diferenciadas, percebe-se que a introdução das tecnologias não pode ocorrer com um excessivo rigor e tecnicismo para atingir um objetivo. Não se trata de criar formas de instrução programada, pois de fato se assim produzisse os resultados esperados, o confronto entre os dois grupos seria muito diferente nas avaliações – e isto de fato não ocorreu.

Portanto, a máquina tem uma importância relativizada nesse processo, pois ao entrar em conexão com os saberes dos educandos, esses buscam formas de superação das suas próprias carências formativas por meio das redes de conexão que o uso daquela implica. Assim, não se adequa a contento que a máquina seja utilizada como um reforço do processo formativo para assegurar a aprendizagem nesta proposição.

De fato, a máquina de raio-x ajudou sobremaneira a apresentar problema e mostrar sua solução. Esta vinha de um reforço, esclarecimento e da própria expressão da máquina em sala. Mas não traduz uma significativa diferenciação na aprendizagem dos alunos. Um dos fatores que contribuíram para quase equiparar a produção do conhecimento com a interface com a máquina entre os alunos que tiveram essa interface com os alunos que não a tiveram se deve à descontextualização com relação aos saberes práticos dos educandos. Esses saberes se revelaram igualmente importantes em relação ao uso da máquina.

Os alunos que não tiveram acesso ao equipamento recorreram aos seus saberes práticos e redes de conexão online para suprimir a falta da máquina; bem como recorreram a sites, bibliotecas, livros, grupos de estudo e até ao próprio professor. A máquina só contribui para unir “teoria-prática”, como projetam os estudantes, se for articulada com os seus saberes de formação. Quando restrita a estímulo-resposta, a máquina se torna irrelevante para a aprendizagem. A aprimoração do conhecimento por meio da interação ocorre em ação, em grupo e em forma de compartilhamentos. Isto parece ter ocorrido mais no segundo grupo, até mesmo por uma necessidade de expressar os conceitos pela realização de experiências online. Então, parece que a forma mais intensa de potencializar a máquina é desenvolver relações entre o presencial e o online, entre o interesse individual e os estudos em grupo.

A pesquisa não atesta que a interação com a máquina amplia o entendimento sobre a produção dos Raios X. No plano discursivo, os estudantes afirmam que se tornam mais seguros e satisfeitos quando manuseiam a máquina. Para eles a produção das aulas se torna muito mais gratificante quando se aplica os conhecimentos adquiridos na própria máquina. Porém, ao avaliar os conhecimentos entre estes grupos de fato isto não ocorre.

Se a máquina é utilizada fora dos contextos sociais dos estudantes, perde pelo menos em parte a capacidade de transformar saberes em novos conhecimentos. As metodologias utilizadas pelo professor interfere, portanto, nos processos de aprendizagem. Parece que não se adequa que a máquina seja utilizada como um reforço do um processo formativo para assegurar a aprendizagem nesta proposição.

Como estes grupos tem os mesmos níves e percursos sociais, o grupo sem acesso ao equipamento recorreu aos seus saberes práticos e redes de conexão online para suprimir a falta da máquina. Assim partem para realizar mapas-redes de conceitos; interação entre grupos e articulação do conhecimento como senso comum pela mediatização dos conteúdos. Os estudantes, criam e recriam informações, são indivíduos que aprendem também por si mesmos, na medida em que sua inteligência não é fixa nem imutável. Para assumir estes desafios, os professores precisam se transformar em agentes de mudanças, dinâmicos, ativos, proporcionando aos alunos vivenciarem o conhecimento.

Nas experiências desta pesquisa, a máquina foi utilizada como um aparelho para entrada (problema) e saída (solução) das questões do curso. Se acionava botões, conexões, instrumentos para apresentação de resultados. O “erro” era uma disfunção a ser corrigida em experiências imediatas até a solução. A proposição era que haveria uma progressão a partir das experiências com base num ritmo igual para todos. No entanto, parece que não se adequa a contento que a máquina seja utilizada como um reforço do um processo formativo para assegurar a aprendizagem nesta proposição. O grande desafio da interface com a máquina ocorre em fazer desta própria interface uma rede de conexões com outras máquinas e outros conhecimentos.

Todos vivenciamos uma mudança profunda no paradigma social, cuja arquitetura tradicional, territorializada e individualizada se desfaz e se reproduz numa nova arquitetura de redes. A tecnologia centraliza a ação formativa radicalizando mudança por um novo paradigma também educativo. O transito ocorre de uma sociedade produtora de bens materiais para o trabalho imaterial, hegemonizado pela produção intelectual. Mesmo compreendendo estas mudanças, na prática temos dificuldades em implementá-las.

Desta concepção percebo a relação formativa: treinamento para o mercado de trabalho, educação como produto, transferências, por meio dos quais a produção do saber ocorre pelo culto do intelecto, a razão e experimentação, numa mentalidade fragmentada cuja ação é de permanente reprodução da cultura. Como assinalam autores críticos a estas formas trata-se de

transmitir conteúdos que por sua vez vão alcançar os objetos de produzir habilidades e destas as competências.

No entanto, esta mesma visão se confronta no mesmo espaço deste relatório quando se faz emergir o sentimento, as relações mente e corpo tanto como método como com a própria produção das experiências. Durante quase toda a pesquisa, o tratamento dado aos seus fatos incorreram neste âmbito – de modelagem de comportamento, treinamento, direcionamento para atingir competência técnica. Trata-se de uma própria descoberta perceber o conhecimento como *provisório e relativo, contextualizado*, produzido por meio de autorias coletivas, compartilhamentos, contradições e da conjunção de saberes de diversas áreas.

Nesta perspectiva se percebem mesmo outras formas de avaliação que envolve diferentes saberes. Razão porque os instrumentos produzidos por uma escola tradicional, que forma alunos repetidores de conceitos se mostraram insuficientes para a formação de cidadãos que sejam capazes de transformar suas realidades. Para se observar a produção dos dois grupos se percebe que não se trata apenas de medir, quantificar, mas sobretudo fazer conexão, interrelações nas formas de ver, aprender, responder.

Certamente, uma nova postura nos exige ter mais foco no aprender que no ensinar. As máquinas não podem ser isoladas do contexto. Não podem ser compreendidas na lógica de “máquinas de ensinar”. Justo essa lógica retira a complexidade da produção do conhecimento. Esta mesma lógica conduz o estudante a atitudes coisificadas, instrumentais, imediatistas. Do ponto de vista mesmo da nossa linguagem na física, nos parece que o grande desafio é superarmos o paradigma newtoniano-cartesiano e avançarmos tanto nas pesquisas quanto nas formações pelos princípios da física quântica – ou seja, produzirmos buscando uma visão de totalidade, complexidade, autorias coletivas.

Logo, a presença da máquina com forma de sedimentar conteúdo, tornando o ambiente de aprendizado mais envolvente pode, em conjunto com as diversas tecnologias virtuais e metodologias ativas do docente, tornar o processo de aprendizagem mais objetivo, cooperativo e significativo.

Dessa forma, o plano de ensino idealizado nessa proposta busca atender esses requisitos, tornando-se uma ferramenta útil para os professores da disciplina de física aplicada a radiológica e outras que envolvem técnicas de imagem diagnóstica.

REFERÊNCIAS

- ANJOS, Antonio Jorge Sena dos. As novas tecnologias e o uso dos recursos telemáticos na educação científica: a simulação computacional na educação em Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 25, n. 3, p. 569-600, jan. 2009.
- ARAÚJO, M. S. T.; SOUZA, A. J. **A produção de raios X contextualizada por meio do enfoque CTS: um caminho para introduzir tópicos de FMC no ensino médio.** **Revista Educar**, Curitiba, n. 37, p. 191-209, maio/ago. 2010.
- ARAUJO, M.S.T; ABIB, M.L.V.S. **Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades.** **Revista Brasileira de Ensino de Física.** [online], vol.25, n.2, pp.176-194,2003.
- ARQUIVO NACIONAL. **Colégio de Fábricas**, Fundo real junta do comércio, agricultura, fábricas e navegação. Caixa 423, pacote 2.
- BONADIMAN, H.; NONENMACHER, S. E. B. **Uma Concepção Metodológica para o Ensino de Física.** In: XV Snef – Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2003, Curitiba – Pr. Programa e Resumos. Curitiba – Pr: Imprensa Universitária da UFPR, 2003.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação (CNE/CES). Parecer nº. 776/1997. **Diretrizes curriculares dos cursos de graduação.** Brasília: 03 de dezembro de 1997.
- BRASIL. Decreto número 2.208, de 17 de abril de 1997. Regulamenta o § 2º do art. 36 e os arts. 39 a 42 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 de abril de 1997.
- CANATO J, O. **Texto e Contexto para o Ensino de Física Moderna e Contemporânea na Escola Média.** 109 f. Dissertação (Mestrado) - USP, São Paulo, 2003.
- CARRIJO, I.L.M – Do professor “ideal” de Ciências ao professor possível – **Ensino em Revista**, São Paulo, 4(1): 65-71, 1995.
- DIAS, P. M. C. A. (Im)Pertinência da História ao aprendizado da Física (um Estudo de Caso). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.23, n.2, pp.226-235, 2001.
- DUARTE, A.F.F. **A formação profissional e o olhar dos tecnólogos em radiologia no Brasil . III Seminário Nacional de Educação Profissional e Tecnológica – III SENEPT,**

17-19,2012, Belo Horizonte. **Anais...**Belo Horizonte: CEFET-Minas Gerais,2012. Disponível em: <<http://www.senept.cefetmg.br>> Acesso em: 25 jul. 2015.

FRANCISCO, Fabiano Celli, et al. História da Radiologia no Brasil. **Revista Imagem**, v.28, n.1, p.63-66,2006.

GAMBOA.S.S. **Pesquisa em educação métodos e epistemologias**. ARGOS: Santa Catarina, 2014.

GARCIA. M.M.A;HYPOLITO.A.M; VIEIRA.J.S. As identidades docentes como fabricação da docência. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 45-56, jan./abr. 2005.

GASPAR, Alberto, **Física: Manual do Professor** .Ática, São Paulo, 2005.

GIL.A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: atlas, 2008.

HAGUETTE, T. M. F.. **Metodologias qualitativas na sociologia**. 7ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2000.

HEINECK, Renato. O ensino de física na escola e a formação de professores: reflexões e alternativas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 16, n. 2, p. 226-241, jan. 1999.

HETEM, J.G; PEREIRA, V.J. **Fundamentos de Astronomia**. Apostila AGA215, São Paulo, cap. 4, p.45-46,2000. Disponível em: <http://www.astro.iag.usp.br>.

LIMA, Rodrigo da Silva; AFONSO, Júlio Carlos; PIMENTEL, Luiz Cláudio Ferreira. **Raios-x: fascinação, medo e ciência**. Quím. Nova, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 263-270, 2009. Disponível em <<http://www.scielo.br> >. Acesso em 25 jul 2015.

LIMA. R.S; AFONSO.J.C. Raios-x: fascinação, medo e ciência. **Quim. Nova**, Rio de Janeiro, Vol. 32, No. 1, 263-270, 2009.

LOPES, A. Formação inicial e identidades profissionais de base de professores do 1º CEB nos últimos 30 anos. **Revista de Educação**, XIV(2), 5-32,2007.

LOPES.A.O. Aula expositiva: superando o tradicional. **In: VEIGA.I.P.A (Org).**Técnicas de ensino: Por que não? Papyrus,São Paulo: 2011.

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

LUIZ, L.C; OLIVEIRA, L.F; BATISTA, R.T. O uso de ilustrações no ensino e no setor de radiologia como uma proposta para construção dos conceitos de física radiológica e radioproteção. **Revista Brasileira de Física Médica**. Rio de Janeiro,5(3):245-52, 2011.

MASETTO, M.T. **Atividades pedagógicas no cotidiano da sala de aula universitária: reflexões e sugestões práticas**. In. CASTANHO, S e CASTANHO, M. E. (Orgs.). *Temas e Textos em metodologia do ensino superior*. Campinas-SP: Papyrus, 2001.p.83-102.

MOREIRA, M. A. **Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas**. Porto Alegre. RS. Ed. Da Universidade, UFRGS, 2000.

NASCIMENTO, G. **O professor e as tecnologias intelectuais: uma parceria que pode dar certo**. In: ALVES, L. R. S.; SILVA, J. B. (Orgs.). *Educação e Cibercultura* Salvador: EDUFBA, 2001.

NICOLAU, M.A; PENTEADO, P. C.M; TORRES C.M. **Física: ciência e tecnologia: volume Único – São Paulo**, ed. Moderna, 2001.

BRASIL. Lei nº 1821, de 12 de março de 1953. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/login/fed/lei/1959/lei-1821-12-marco-1953-366631-norma-actualizada-pl.pdf>. Acesso em : 15 janeiro 2017.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. Brasília: Ministério da Educação, 1999, 360p.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: Orientações curriculares para o ensino médio. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Brasília.v.2.135p.2006

POZO.J.I; CRESPO.M.A.G. **A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SANTOS, Flávia M. T. - **Afeto, emoção e motivação: uma nova agenda para a pesquisa em ensino de ciências – Atas do I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências – São Paulo**, 1997.

SAVIANI, D. **Sobre a concepção de politecnia**. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 1989.

SCHULZ, P.A. Duas nuvens ainda fazem sombra na reputação de Lorde Kelvin. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 509-512, 2007.

SILVA NETO, Jader de. **A Física moderna no processo de formação de técnicos na área de radiologia médica. Dissertação de Mestrado**, Universidade Federal do Rio grande do Sul. Instituto de Física. Porto Alegre, p.39-42 , 2008.

SILVEIRA, Marcelo D. Prates. **Efeitos da Globalização e da Sociedade em Rede Via Internet na Formação de Identidades Contemporâneas. Revista Psicologia Ciência e Profissão**, v.24, n. 4, p. 42-51, 2004.

SILVEIRA, Z. S. **Educação Profissional no Brasil: da Industrialização ao século XXI**. Disponível em <http://www.educaçãopública.rj.gov.br/biblioteca/educação/0000.html> Acesso em: 10 Jan 2016.

SODRÉ, Muniz. **Reinventando a Educação: diversidade, descolonização e redes**. Petrópolis, Rio de Janeiro : Vozes, 2012.

SOUSA, S.Z.L; PIMENTA, C; MACHADO, C. Avaliação e Gestão Municipal da Educação. **Estudos em Avaliação Educacional**, São Paulo, v. 23, n. 53, p. 14-36, set./dez. 2012

STEWART, Thomas A. **Capital Intelectual: A nova vantagem competitiva**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

APÊNDICE A- QUESTÕES ABERTAS A TURMA DE PESQUISA

OBJETIVOS	QUESTOES	SUBLIMINAR
Analisar interface com a máquina raio-x nos processos de ensino aprendizagem;	<ul style="list-style-type: none"> - Qual importância da máquina raio-x na produção do curso de radiologia, quanto a aprendizagem, satisfação e interatividade? - Relacione três formas de interação entre você e a máquina na produção da disciplina; - Quais as formas de interação produzida pelo seu professor que você considera mais pedagógica? 	Neste objetivo, as questões visam obter respostas dos jovens profissionais tendo como conceito central a interface com raio-x
Analisar processos de conceitualização disciplinar sem a interface com a máquina de raio-x	<ul style="list-style-type: none"> - Como você aprende os conceitos da radiologia SEM interação com a máquina de raio-x? - Que sites você utiliza para fazer experimentos online sobre o ensino de radiologia? - Como você aprende conceitos nas relações com o professor e a disciplina? 	Nestas questões já partimos do pressuposto que os jovens acionam sítios online e também processo cognitivos focados na memória
Expressar afetividades com relação à presença ou não de máquinas nos processos disciplinares	<ul style="list-style-type: none"> - Que estratégia você produz para você mesma quando se depara com falta de máquinas e equipamentos na produção do seu curso (exemplo: a falta de um computador, máquina raio-x, acesso a internet)? - O que um curso bem equipado com todas as máquinas necessárias traduzem para você na sua formação profissional? - O que a falta de equipamentos significam, quanto a formação, valorização, método de aprendizagem? 	Nestas questões, vão se expressar as interações dos estudantes, pensamento e relações sociais.

APÊNDICE B- QUESTIONÁRIO ONLINE

ALUNO A

1 - Qual importância da máquina raio-x na produção do curso de radiologia, quanto a aprendizagem, satisfação e interatividade?

R: Para todo curso ser realmente bem aproveitado é indispensável que o aluno interaja com a máquina de raio-x, pois todo o contato que o aluno tiver com ela, o aprendizado fica mais enriquecedor.

2 - Relacione três formas de interação entre você e a máquina na produção da disciplina;

R: Contato direto com a máquina na sala; aprendizado real e prático sobre a máquina e esclarecimento de dúvidas.

3 - Quais as formas de interação produzida pelo seu professor que você considera mais pedagógica?

R: Amplo conhecimento relevante ao assunto de raio-x e excelente dinâmica de esclarecer o assunto.

4 - Como você aprende os conceitos da radiologia SEM interação com a máquina de raio-x?

R: De forma teórica e autodidata, mas com o auxílio do professor o aprendizado é mais rápido, mas ainda sim é necessário o contato com a máquina.

5 - Que sites você utiliza para fazer experimentos online sobre o ensino de radiologia?

R:

portaldaradiologia.com/

<https://e-radiologia.org/>

cbr.org.br

<http://www.tecnologiaradiologica.com/#inicio>

<http://conter.gov.br/>

radiologia.blog.br

6 - Como você aprende conceitos nas relações com o professor e a disciplina?

R: O conhecimento dos assuntos que o professor leva para os alunos, logo é tomado nota para que também seja fixado em minha memória. Mesmo que antes dos assuntos abordados é feito perguntas referentes as dúvidas surgidas no decorrer das horas que antecedem a aula.

7 - Que estratégia você produz para você mesma quando se depara com falta de máquinas e equipamentos na produção do seu curso (exemplo: a falta de um computador, máquina raio-x, acesso a internet)?

R: Volto a apelar ao recurso mais antigo, o livro e recorro ao professor para que este esclareça minhas dúvidas e idéias.

8 - O que um curso bem equipado com todas as máquinas necessárias traduzem para você na

sua formação profissional?

R: Produz um amplo conhecimento, pois ao termos aulas teóricas e junto a essas, aulas práticas direto nos equipamentos, sem dúvida nenhuma a diferença entre outros centros de ensino será enorme.

9 - O que a falta de equipamentos significam, quanto a formação, valorização, método de aprendizagem?

R: Significa alguma limitação, mas não a desvalorização da instituição, pois esta pode promover a pesquisa e desenvolver o interesse do aluno em buscar ser o profissional desbravador.

ALUNO B

1 -Qual importância da máquina raio-x na produção do curso de radiologia, quanto a aprendizagem, satisfação e interatividade?

R. Sua importância se dá justamente pelo fato de poder penetrar em objetos que não permitem outras ondas, e conseguimos enxergar e atravessá-las. Isso dá a possibilidade de poder fazer exames procurando fraturas ou corpos estranhos dentro do corpo humano sem a necessidade de abri-lo em uma operação. Dá possibilidade também de procurar armas em bagagens ou escondidas em roupas. O que é fato é que a descoberta de Rontgen se tornou muito útil em nosso cotidiano. O fato de podermos aprender de forma tão clara e objetiva, torna tudo bem mais fácil e nos trás uma satisfação enorme, além de poder interagir diretamente com os aparelhos de perto, facilitando ainda mais auxiliando a teoria a prática.

2 - Relacione três formas de interação entre você e a máquina na produção da disciplina;

R. KvP, MaS e Tempo.

3 - Quais as formas de interação produzida pelo seu professor que você considera mais pedagógica?

R. Visitas nos hospitais de grande fluxo da cidade.

4 - Como você aprende os conceitos da radiologia SEM interação com a máquina de raio-x?

R. Através dos livros, visitas aos hospitais e aulas teóricas onde é possível interagir com imagens reais do próprio aparelho

5 - Que sites você utiliza para fazer experimentos online sobre o ensino de radiologia?

R. Radiomania e playimagens

6 - Como você aprende conceitos nas relações com o professor e a disciplina?

R. Os conceitos foram repassados de maneira dinâmica com utilizações e slides, imagens e exemplo do cotidiano do dia a dia o que torna o professor muito próximo da turma, facilitando e muito o aprendizado do conteúdo.

7 - Que estratégia você produz para você mesma quando se depara com falta de máquinas e

equipamentos na produção do seu curso (exemplo: a falta de um computador, máquina raio-x, acesso a internet)?

R. No meu caso procurei estgios voluntários em alguns locais onde o fluxo de atendimento é razoavelmente alto e com isso é possível por me pratica o que foi ensinado em sala de aula.

8 - O que um curso bem equipado com todas as máquinas necessárias traduzem para você na sua formação profissional?

R. Um profissional bem preparado, pois ele poe em pratica a teoria logo que o adquiriu, isso torna seu aprendizado mais dinâmico e eficaz.

9 - O que a falta de equipamentos significam, quanto a formação, valorização, método de aprendizagem?

R. Quanto a formação acredito que a falta de pratica torna o profissional mais temeroso com relação aos procedimentos realizados, pois neste momento existem tutores e professores altamente qualificados que podem corrigi-los caso haja erros nos procedimentos por ele realizados, já com relação a valorização o aluno sente-se despreparados em certos pontos já que precisara aprender certas praticas sozinhos. Com relação ao método de aprendizagem na teoria não nos faltou nada, porem a pratica já se torna mais a desejar.

ALUNO C

1 -Qual importância da máquina raio-x na produção do curso de radiologia, quanto a aprendizagem, satisfação e interatividade?

R. Quando nos é apresentada a prática da vivencia teórica, o aprendizado se fixa de forma mais clara, pois com a prática é muito mais engrandecedor o conteúdo que que nos é passado, bem como podemos colocar em execução a nossa visão do conteúdo em questão, assim como podemos aprimorar o nosso próprio conhecimento.

2 - Relacione três formas de interação entre você e a máquina na produção da disciplina;

R: Observar, assim podemos ter a confiança de que os conhecimentos teóricos nos permitir o embasamento necessário para permitir os primeiros passos.Praticar, colocar em prática toda a vivencia acadêmica e buscar quais áreas podemos precisamos nos dedicar mais.Executar, Aproveitar a presença e confinça do professor para buscar executar e corrigir quantas vezes forem necessária para um bom conhecimento, assim tendo essa oportunidade podemos ter a breve confiança de que na próxima vez que nos depararmos com tal vivencia já saberemos que conduta tomar.

3 - Quais as formas de interação produzida pelo seu professor que você considera mais pedagógica?

R: Prática, vídeos e simplicidade no assunto, sem perder a capacidade de deixar a curiosidade dos alunos elevada.

4 - Como você aprende os conceitos da radiologia SEM interação com a máquina de raio-x?

R: Nos temos modernos radiologia é tudo que envolve a aquisição, observação e interpretação das imagens, quais quer que seja a forma de aquisição, todos os conceitos que envolvem esse âmbito é sempre buscado através de leituras e confronto com a prática.

5 - Que sites você utiliza para fazer experimentos online sobre o ensino de radiologia?

R: cbr.org.br ;www.cnen.gov.br;www.anvisa.gov.br;www.scielo.org

6 - Como você aprende conceitos nas relações com o professor e a disciplina?

R: O domínio do professor é fundamental, e a forma simplificada de indagar os conteúdos sempre nos abre a mente para a busca de novas aprendizagens, com isso podemos aprender de fato os conceitos de forma a não nos sufocarmos tanto na busca pelo conhecimento.

7 - Que estratégia você produz para você mesma quando se depara com falta de máquinas e equipamentos na produção do seu curso (exemplo: a falta de um computador, máquina raio-x, acesso a internet)?

R: A falta de equipamento é um peso muito grande para o êxito acadêmico, diante dessa situação a busca por alternativas é fundamental, bem como a formação de grupos de alunos para troca de conhecimento, buscar no próprio ambiente de trabalho o acesso ao conteúdo, tentar informações que pelo menos nos aproxime da realidade de um máquina de raio X, ou mesmo mistificar acessórios que nos ajude pelo menos a sobrear os equipamentos em falta.

8 - O que um curso bem equipado com todas as máquinas necessárias traduzem para você na sua formação profissional?

R: O curso com todos os equipamentos na qual o acadêmico irá se confratar na vida profissional é sem dúvida o almejo de todo universitário, pois o confronto direto da teoria com a prática traz um peso sem tamanho de conhecimento, aprendizagem e confiança, além do que a vivencia pratica ainda nesse ambiente de aprendizagem nos faz oportunos de nos tornarmos excelentes profissionais.

9 - O que a falta de equipamentos significam, quanto a formação, valorização, método de aprendizagem?

R: A linha entre o conhecimento teórico e prático é fundamental, a não interface entre esses dois métodos de aprendizagem sem dúvidas nenhuma trará inúmeros déficits, além de dificuldades de aprendizagem que podem ser resolvidas com uma simples aula prática, bem como a consequência mais grave que pode ser a influência direta principalmente nos primeiros meses de trabalho devido a não prática das atividades.

ALUNO D

1 - Qual importância da máquina raio-x na produção do curso de radiologia, quanto a aprendizagem, satisfação e interatividade?

R: O contato com a máquina de raios x durante o curso, facilitou a aprendizagem, fazendo parecer mais simples o seu funcionamento e proporcionando uma familiaridade entre os alunos e o assunto em questão. Foi um curso de curto período, mas que deu para aprender de forma sucinta e objetiva todo o conteúdo apresentado pelo professor.

2 - Relacione três formas de interação entre você e a máquina na produção da disciplina;

R: A composição da máquina de raios x; A física por trás da formação dos raios x; Os parâmetros de distâncias da máquina, como (foco filme, filme objeto e foco objeto).

3 - Quais as formas de interação produzida pelo seu professor que você considera mais pedagógica?

R: A objetividade em responder as perguntas feitas pelos alunos; A capacidade de tornar os assuntos das disciplinas mais aceitáveis para os alunos; A abrangência, e ao mesmo tempo os detalhes de cada assunto em questão.

4 - Como você aprende os conceitos da radiologia SEM interação com a máquina de raio-x?

R: Aprende-se somente uma teoria superficial dos conceitos, pois mesmo realizando pesquisas nos livros, não se tem clareza, pois os livros não trazem explicações detalhadas.

5 - Que sites você utiliza para fazer experimentos online sobre o ensino de radiologia?

R: Não tenho experiência em realizar experimentos online, no entanto não poderei indicar nenhum site.

6 - Como você aprende conceitos nas relações com o professor e a disciplina?

R: Para tal aprendizagem, deve haver primeiro uma harmonia entre professor e aluno. Então capta-se com mais atenção o que o professor passa, complementando a aprendizagem com pesquisas nos livros.

7 - Que estratégia você produz para você mesma quando se depara com falta de máquinas e equipamentos na produção do seu curso (exemplo: a falta de um computador, máquina raio-x, acesso a internet)?

R: Nesses casos ficam sempre algumas informações em atraso, falta de clareza para certos fatos. Restando apenas mergulhar nos livros, e tirar dúvidas com os professores.

8 - O que um curso bem equipado com todas as máquinas necessárias traduzem para você na sua formação profissional?

R: Quando se participa de um curso bem equipado, conclui-se com mais segurança de dizer que sabe o funcionamento das máquinas, que entende o funcionamento e a física por trás de tudo. Portanto será um profissional mais confiante e inteligente para o mercado de trabalho.

9 - O que a falta de equipamentos significam, quanto a formação, valorização, método de aprendizagem?

R: Significa a formação de um profissional não completo, pois do que adianta saber toda teoria se não sei como proceder perante um exame de raios x? pois apesar da teoria ser muito importante, a prática é que mais “importar” no mercado de trabalho.

ALUNO E

1 -Qual importância da máquina raio-x na produção do curso de radiologia, quanto a aprendizagem, satisfação e interatividade?

R: Muito importante, pois a máquina raios-x é a base do curso e do entendimento das matérias, onde engloba toda a estrutura acadêmica da radiologia.

2 - Relacione três formas de interação entre você e a máquina na produção da disciplina;

R: Aulas práticas, em ambientes hospitalares; Estudos sobre todo seu funcionamento; Cuidados que devemos ter com a radiação nos exames.

3 - Quais as formas de interação produzida pelo seu professor que você considera mais pedagógica?

R: Aulas em campo usando aparelhos de exames reais, de uso diário, em ambientes hospitalares.

4 - Como você aprende os conceitos da radiologia SEM interação com a máquina de raio-x?

R: Aprendo so na teoria em aulas expositivas por livros e slide, sem a prática e o convívio com os aparelhos, onde dificulta bastante o aprendizado e a fixação dos conteúdos.

5 - Que sites você utiliza para fazer experimentos online sobre o ensino de radiologia?

R: youtube(vídeo), e alguns sites de pesquisas (lilacs, scielo).

6 - Como você apreende conceitos nas relações com o professor e a disciplina?

R: Fica bem mais fácil, pois estamos vendo ali os conteúdos de perto, na prática com os equipamentos, tirando todas as dúvidas imediatamente, e aprofundando melhor o conhecimento.

7 - Que estratégia você produz para você mesma quando se depara com falta de máquinas e equipamentos na produção do seu curso (exemplo: a falta de um computador, máquina raio-x, acesso a internet)?

R: Faço algumas pesquisas em livro, fazendo anotações, tendo maior atenção nas aulas, e pesquisando em casa, ou em algum outro local com acesso a internet na medida do possível.

8 - O que um curso bem equipado com todas as máquinas necessárias traduzem para você na sua formação profissional?

R: Trás conhecimento na prática bastante aprofundado, no qual é uma situação em que mais temos dificuldade, pois muitos de nos (estudantes/ trabalhadores) temos dificuldade para ir em outro local fora da instituição por conta das obrigações. Já sendo uma instituição bastante equipada facilita muito tanto no acesso, como no aprendizado.

9 - O que a falta de equipamentos significam, quanto a formação, valorização, método de aprendizagem?

R: Significa que alguns conteúdos serão passados superficialmente, pois o aprendizado mais aprofundado teremos melhor na prática, no convívio com os equipamentos, trabalhando em todo seu funcionamento, posicionamentos, métodos e técnicas adequadas para o uso cotidiano.

ALUNO F

1 - Qual importância da máquina raio-x na produção do curso de radiologia, quanto a aprendizagem, satisfação e interatividade?

R: Aliar a parte teórica da sala de aula com a prática.

2 - Relacione três formas de interação entre você e a máquina na produção da disciplina?

R: Análise dos comandos, manuseio do aparelho e realização do exame.

3 - Quais as formas de interação produzida pelo seu professor que você considera mais pedagógica?

R:A aula propriamente dita, com desenhos, escrita e datashow.

4 - Como você aprende os conceitos da radiologia SEM interação com a máquina de raio-x?

R: Utilizando a leitura e vídeos.

5 - Que sites você utiliza para fazer experimentos online sobre o ensino de radiologia?

R:Sites gerais sobre radiologia, artigos acadêmicos, revistas, etc.

6 - Como você apreende conceitos nas relações com o professor e a disciplina?

R:Pretando atenção na aula e estudando.

7 - Que estratégia você produz para você mesma quando se depara com falta de máquinas e equipamentos na produção do seu curso (exemplo: a falta de um computador, máquina raio-x, acesso a internet)?

R:Ajuda aos profissionais já atuantes na área para tirar dúvidas e os vídeos da internet.

8 - O que um curso bem equipado com todas as máquinas necessárias traduzem para você na sua formação profissional?

R:Melhor preparação para um aluno iniciante atuar na área e confiança.

9 - O que a falta de equipamentos significam, quanto a formação, valorização, método de aprendizagem?

R:Para um aluno iniciante pode ser traduzir como insegurança pessoal, pois pode se saber muito teoricamente, mas na prática e vivência diária pode-se gerar muitas dúvidas e medo.

ALUNO G

1 - Qual importância da máquina raio-x na produção do curso de radiologia, quanto a aprendizagem, satisfação e interatividade?

R: Apresenta uma suma importância, pois proporciona uma forma dinâmica de aprendizado, onde a aquisição dos raios-x é visto de forma real através das demonstrações dos componentes e suas funções, além da sua utilização nas aulas práticas.

2 - Relacione três formas de interação entre você e a máquina na produção da disciplina;

R: Conhecimento dos componentes e suas funções; Manipulação correta e o impacto na absorção da dose de radiação no paciente; Especificidade do aparelho na qualidade da imagem.

3 - Quais as formas de interação produzida pelo seu professor que você considera mais pedagógica?

R: Correlação da produção dos raios-x com fenômenos vividos em nosso cotidiano.

4 - Como você aprende os conceitos da radiologia SEM interação com a máquina de raio-x?

R: Através da literatura, mas quando não se conhece o aparelho de raios-x fica mais difícil relacionar todo esse processo de produção dos raios-x e utilização do aparelho, a interação com a máquina ajuda bastante no aprendizado, principalmente para quem nunca viu um aparelho de raios-x.

5 - Que sites você utiliza para fazer experimentos online sobre o ensino de radiologia?

R: Utilizo alguns sites de pesquisas acadêmicas como Biblioteca Virtual em Saúde, Google acadêmico, aplicativos de celular, e vídeos no Youtube.

6 - Como você aprende conceitos nas relações com o professor e a disciplina?

R: Através do domínio da disciplina apresentada pelo professor.

7 - Que estratégia você produz para você mesma quando se depara com falta de máquinas e equipamentos na produção do seu curso (exemplo: a falta de um computador, máquina raio-x, acesso a internet)?

R: Acesso ao acervo na biblioteca, onde busco aprimorar meu conhecimento em conjunto a um grupo de amigos, onde tiramos dúvidas e trocamos conhecimentos.

8 - O que um curso bem equipado com todas as máquinas necessárias traduzem para você na sua formação profissional?

R:Facilitaria bastante o aprendizado, com os equipamentos as aulas praticas ficariam mais dinâmicas e interativas através de simulações de atendimento que ajudam bastante na formação profissional.

9 - O que a falta de equipamentos significam, quanto a formação, valorização, método de aprendizagem?

R:Defasagem do aprendizado, nosso curso necessita de equipamentos para simulação, algumas diciplinas tornam-se incompletas sem a pratica, como mamografia e técnicas radiológicas I e II, visando que o estagio não cobri todo campo de atuação do tecnólogo em radiologia, os equipamentos ajudariam através de aulas praticas a suprir essa carência .

APÊNDICE C – AVALIAÇÃO 1

Avaliação 1

Curso de Extensão	Disciplina	Ano / Semestre/ Turma 1	
Os Raios X – Conhecendo essa radiação ionizante no âmbito do radiodiagnóstico	Física Radiológica	2016/1ºSemestre	
Professor(a)	Nº Questões	Turno	Data
Carlos Jr	10	Manhã	
Aluno(a)	Matrícula	Nota	

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ANTES DE INICIAR A PROVA

INSTRUÇÕES GERAIS

1. A prova deverá ser respondida individualmente e sem consulta, respeitadas as exceções previstas nas instruções específicas ou a critério do professor. É proibida qualquer anotação indevida encontrada com o aluno.
2. A partir do início da prova até sua entrega por parte do último aluno, não serão permitidas conversas de qualquer natureza, nem a troca ou cessão de materiais entre os participantes, bem como atitude temerária ou ofensiva ao decoro.
3. Não será permitido o uso de celulares ou qualquer outro aparelho eletrônico durante a realização da prova. Todos os aparelhos devem estar desligados.
4. O enunciado das questões contém todas as informações necessárias para respondê-las. A interpretação do enunciado faz parte da prova, portanto só em casos excepcionais, poderão ser prestados esclarecimentos adicionais sobre as questões durante a realização da prova.
5. A atribuição da pontuação na correção da questão será decidida conforme os critérios do Professor.

01. Sabe-se que a energia de um fóton é proporcional à sua frequência. Também é conhecido experimentalmente que o comprimento de onda da luz vermelha é maior que o comprimento de onda da luz violeta que, por sua vez, é maior que o comprimento de onda dos raios X. Adotando a constância da velocidade da luz, pode-se afirmar que

- a) a energia do fóton de luz vermelha é maior que a energia do fóton de luz violeta.
- b) a energia do fóton de raios X é menor que a energia do fóton de luz violeta.
- c) as energias são iguais, uma vez que as velocidades são iguais.
- d) as energias dos fótons de luz vermelha e violeta são iguais, pois fazem parte do espectro visível, e são menores que a energia do fóton de raios X.
- e) a energia do fóton de raios X é maior que a do fóton de luz violeta, que é maior que a energia do fóton de luz vermelha.

02. Ondas de rádio e raios-X estão se propagando no vácuo. As ondas de rádio possuem comprimento de onda $\lambda_R = 3,0$ m e os raios-X, $\lambda_x = 7,0 \times 10^{-11}$ m. Sejam: E_R a energia dos fótons de ondas de rádio e E_x a energia dos fótons de raios-X e V_R e V_X , respectivamente, as suas velocidades de propagação. Com base nessas informações, é correto afirmar que:

- a) $E_x = E_R$ e $V_X = V_R$.
- b) $E_x > E_R$ e $V_x < V_R$.
- c) $E_x > E_R$ e $V_x = V_R$.
- d) $E_x < E_R$ e $V_x = V_R$.
- e) $E_x < E_R$ e $V_x < V_R$.

03. Em 1875, enquanto trabalhava em uma das suas lâmpadas incandescentes, o inventor norte americano Thomas Alva Edison [1] observou um fenômeno que, atualmente, denominamos efeito Edison ou termiônico. Na época, Edison verificou que, sob o vácuo, um filamento metálico aquecido emitia elétrons. A observação de Edison deu origem às válvulas e, posteriormente, aos diodos e transistores – dispositivos vitais (cada um a seu tempo) para o desenvolvimento da moderna eletrônica. Elétrons podem ser extraídos de um átomo, desde que seja fornecida energia suficiente para tal. Esta remoção de elétrons, ou ionização, também pode ocorrer em moléculas ou arranjos mais complexos de átomos tal como um sólido, por exemplo. Neste caso, a energia necessária para extrair elétrons de um sólido é melhor representada pelo conceito de função trabalho W .

Fonte: <http://www.ifsc.usp.br/>

Nos tubos de raios X, o efeito termiônico está presente como processo essencial na emissão de um feixe de elétrons

- a) excitados a partir do cátodo, onde está localizado o filamento de tungstênio, em direção ao ânodo giratório.
- b) ionizados a partir do ânodo, onde está localizado o filamento de tungstênio, em direção ao cátodo giratório.
- c) ionizados a partir do cátodo, onde está localizado o filamento de tungstênio, em direção ao ânodo giratório.
- d) excitados a partir do ânodo, onde está localizado o filamento de tungstênio, em direção ao cátodo giratório.
- e) ionizados a partir do cátodo, onde está localizado o filamento de tungstênio, em direção ao ânodo estático.

04. O princípio de funcionamento de um transformador é baseado nas leis de Faraday e Lenz, as leis do eletromagnetismo e da indução eletromagnética, respectivamente. Estes equipamentos possuem mais de um enrolamento, sendo que estas partes são chamadas de primário e secundário em casos de transformadores com dois enrolamentos, e em transformadores que possuem três enrolamentos, além dos dois nomes já citados, o terceiro enrolamento é denominado terciário.

Fonte: <http://www.infoescola.com/electricidade/transformadores/>

Um transformador presente em uma máquina de Raios X está operando na conversão de 220 Volts para 11KV. Sabendo que o enrolamento primário (entrada) possui 2500 espiras, o número de espiras presentes no enrolamento secundário para atingir a requerida voltagem deve ser de

- a) 50000 espiras.
- b) 80000 espiras.
- c) 125000 espiras.
- d) 150000 espiras.
- e) 200000 espiras.

05. Os gregos antigos reconheceram a natureza específica da luz. Não se tratava de uma das quatro essências básicas; a ela foi atribuída uma especificação inteiramente distinta. Eles chamaram um átomo de luz de fóton. Hoje, muitos tipos de energia eletromagnética, além da luz visível, são reconhecidos, mas o termo fóton ainda é usado.

Fonte: Bushong - Ciência Radiológica para Tecnólogos.

Em 1905, Einstein explicou os resultados experimentais do efeito fotoelétrico, estendendo a hipótese, introduzida em 1900 por Planck, de quantização da energia da radiação eletromagnética ser composta por pacotes discretos de energia denominados quanta ou fótons. Einstein propôs que quando um fóton interage com a matéria comporta-se como uma partícula e cede toda sua energia a um elétron individual.

- a) como uma partícula e cede toda sua energia a um elétron individual.
- b) como uma onda e cede toda sua energia a um elétron individual.
- c) como uma partícula e cede toda sua energia a um grupo de elétrons.
- d) como uma onda e cede toda sua energia a um grupo de elétrons.
- e) como uma partícula e cede toda sua energia a um próton individual.

06. Max Planck foi um físico alemão cujas teorias matemáticas e físicas sintetizaram nossa compreensão da radiação eletromagnética em um modelo uniforme; por esse trabalho, recebeu o Prêmio Nobel em 1918. Outra consequência dessa teoria é a relação entre a energia e a frequência de um fóton de uma radiação eletromagnética.

Fonte: Bushong - Ciência Radiológica para Tecnólogos.

Considerando a constante de Planck $h = 4,15 \cdot 10^{-15} \text{ eV}\cdot\text{s}$, podemos afirmar que a frequência de um fóton de raios X com energia de 70keV vale

- a) $1,25 \cdot 10^{19} \text{ Hz}$
- b) $1,69 \cdot 10^{19} \text{ Hz}$
- c) $2,16 \cdot 10^{19} \text{ Hz}$
- d) $2,78 \cdot 10^{19} \text{ Hz}$
- e) $3,49 \cdot 10^{19} \text{ Hz}$

07. Qualquer superfície metálica deveria ejetar elétrons quando excitada com uma radiação eletromagnética, de qualquer frequência, desde que essa radiação demorasse um tempo suficiente para o átomo armazenar energia e liberar, posteriormente, esse elétron; Os elétrons que giram à volta do núcleo atômico são aí mantidos por forças de atração. Se a estes for fornecida energia suficiente, eles abandonarão as suas órbitas. O efeito fotoelétrico implica que, normalmente sobre metais, se faça incidir um feixe de radiação com energia superior à energia de remoção dos elétrons do metal, provocando a sua saída das órbitas: sem energia cinética (se a energia da radiação for igual à energia de remoção) ou com energia cinética, se a energia da radiação exceder a energia de remoção dos elétrons.

Fonte: <https://pt.wikipedia.org>

A função trabalho do potássio é igual a 2,24 eV. A energia cinética máxima de um fóton emitido é de 1,90 eV. Dessa forma, energia de um fóton vale

- a) 0,34eV
- b) 2,07eV
- c) 3,36eV
- d) 4,14eV
- e) 5,27eV

08. Um tubo de raios X emite uma radiação que atinge a intensidade de 100 mC/kg (micro Coulomb/kg) à distância de 1 m da fonte. Se a distância passar a ser a 5 m a nova intensidade

- a) será reduzida de 5 vezes.
- b) será aumentada de 5 vezes.
- c) será reduzida de 25 vezes.
- d) será aumentada de 25 vezes.
- e) não sofrerá alteração.

09. Descreve um fenômeno no qual a intensidade da radiação emitida da extremidade do cátodo do campo de raios X é maior do que aquela na extremidade do ânodo. Isso é devido ao ângulo da face do ânodo, de forma que há maior atenuação ou absorção dos raios X na extremidade do ânodo. A diferença na intensidade do feixe de raios X entre cátodo e ânodo pode variar de 30% a 50%.

Fonte: http://www.tecnologiaradiologica.com/materia_fisica_rx.htm

Assim, em um exame de raios X, devemos posicionar o paciente de forma que

- a) a parte mais densa do tecido esteja voltada para a face do ânodo que está de frente para o cátodo.
- b) a parte menos densa do tecido esteja voltada para a face do ânodo que está de frente para o cátodo.
- c) a parte do tecido com maior dificuldade de penetração esteja voltada para a face do ânodo que não está de frente para o cátodo.
- d) a parte do tecido com menor dificuldade de penetração esteja voltada para a face do ânodo que está de frente para o cátodo.
- e) em qualquer direção indiferentemente da densidade do tecido exposto à radiação.

10. Ao atingir o ânodo giratório, um elétron perde uma parte de sua energia cinética original, emitindo parte dela como fótons de radiação, de alta e baixa energia e comprimento de onda diferentes, dependendo do nível de profundidade atingida pelo elétron do metal alvo. Isto significa dizer que, enquanto penetra no material, cada elétron sofre uma perda energética que irá gerar radiação (fótons) com energia e comprimento de onda também menores. Se formos considerar percentualmente a radiação produzida, veremos que 99 por cento dela é emitida como calor e somente 1 por cento possui energia com características de radiação X.

Fonte: Fonte: http://www.tecnologiaradiologica.com/materia_fisica_rx.htm

Essa emissão de energia é conhecida como

- a) radiação de oxidação.
- b) radiação de frenamento.
- c) radiação de redução.
- d) radiação de excitação.
- e) radiação de Compton.

APÊNDICE D – AVALIAÇÃO 2

Avaliação 2

Curso de Extensão	Disciplina	Ano / Semestre/ Turma 1
Os Raios X – Conhecendo essa radiação ionizante no âmbito do radiodiagnóstico	Física Radiológica	2016/1ºSemestre

Professor(a)	Nº Questões	Turno	Data
Carlos Jr	10	Manhã	

Aluno(a)	Matrícula	Nota

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ANTES DE INICIAR A PROVA

INSTRUÇÕES GERAIS

1. A prova deverá ser respondida individualmente e sem consulta, respeitadas as exceções previstas nas instruções específicas ou a critério do professor. É proibida qualquer anotação indevida encontrada com o aluno.
2. A partir do início da prova até sua entrega por parte do último aluno, não serão permitidas conversas de qualquer natureza, nem a troca ou cessão de materiais entre os participantes, bem como atitude temerária ou ofensiva ao decoro.
3. Não será permitido o uso de celulares ou qualquer outro aparelho eletrônico durante a realização da prova. Todos os aparelhos devem estar desligados.
4. O enunciado das questões contém todas as informações necessárias para respondê-las. A interpretação do enunciado faz parte da prova, portanto só em casos excepcionais, poderão ser prestados esclarecimentos adicionais sobre as questões durante a realização da prova.
5. A atribuição da pontuação na correção da questão será decidida conforme os critérios do Professor.

01. O efeito, observado por Arthur Holly Compton em 1923, é importante, pois mostra que a luz não pode ser explicada simplesmente como um fenômeno ondulatório. Ele conseguiu explicar a natureza corpuscular da radiação no mesmo ano, com um experimento. Projetou um mecanismo para fazer com que um feixe de raios x de comprimento de onda λ incidisse sobre um alvo de carbono. Com isso, percebeu que há um espalhamento e, de início, não notou nada errado, pois as medidas indicavam frequências diferentes entre o feixe espalhado e o feixe incidente após o atravessamento do alvo.

A teoria ondulatória indicava o conceito como certo, uma vez que a frequência de uma onda não é alterada por fenômenos que acontecem com ela. No entanto, no experimento, constatou-se que a frequência dos raios X espalhados era sempre menor que a frequência dos raios X incidentes – dependendo do ângulo de desvio.

Fonte: <http://www.estudopratico.com.br/efeito-compton/>

Assim, o estudo do efeito Compton mostrou que o fóton na faixa de raios ou raios gama ao interagir com a matéria tem

- a) sua energia aumentada com o aumento do seu comprimento de onda sendo de grande importância na interação com os elétrons livres.
- b) sua energia diminuída com o aumento do seu comprimento de onda sendo de grande importância na interação com os elétrons livres.
- c) sua energia diminuída com o aumento do seu comprimento de onda sendo de grande importância na interação com os prótons livres.
- d) sua energia aumentada com a diminuição do seu comprimento de onda sendo de grande importância na interação com os elétrons livres.
- e) sua energia diminuída com a diminuição do seu comprimento de onda sendo de grande importância na interação com os elétrons livres.

02. Telas intensificadoras usadas em conjunto com os filmes radiográficos possibilitam a melhoria do nível de sensibilização do filme e redução de dose no paciente. Os écrans convertem energia de raios-X em

Fonte: <http://lucianosantarita.pro.br/>

- a) centenas de fótons de luz visível, que por sua vez, podem ser utilizados para aumentar a sensibilização dos haletos de bronze do filme radiográfico.
- b) centenas de fótons de luz visível, que por sua vez, podem ser utilizados para diminuir a sensibilização dos haletos de prata do filme radiográfico.
- c) centenas de fótons de luz visível, que por sua vez, podem ser utilizados para aumentar a sensibilização dos haletos de prata do filme radiográfico.
- d) centenas de fótons de luz visível, que por sua vez, podem ser utilizados para diminuir a sensibilização dos haletos de fósforo do filme radiográfico.
- e) centenas de fótons de radiação não visível, que por sua vez, podem ser utilizados para aumentar a sensibilização dos haletos de prata do filme radiográfico.

03. Um exame para uma determinada estrutura deve ser realizado aplicando 15 mAs em um tempo de 0,5 segundo. Se o tempo do procedimento for reduzido para 0,025 segundo, a nova miliamperagem deve ser aumentado em

- a) 50%
- b) 80%
- c) 100%
- d) 120%
- e) 150%

04. Para uma determinada estrutura como o joelho temos a espessura de 12 cm com a constante do tecido de 0,25 e constante do aparelho de 30. Sabendo que o mA para ossos é de 160, marque a alternativa que determina o kv, mAs e o tempo para realização do exame.

- a) 54KV, 11mAs e 0,08s
- b) 37KV, 13,5mAs e 0,08s
- c) 54KV, 13,5mAs e 0,15s
- d) 37KV, 11mAs e 0,15s
- e) 54KV, 13,5mAs e 0,08s

05. O uso de grades é o meio mais efetivo de remover a radiação espalhada de um campo de radiação antes que este chegue ao receptor de imagem. As grades são construídas de lâminas verticais alternadas de materiais bons absorvedores ou radiopacos como chumbo e material radio transparente como fibra, carbono ou alumínio.

Fonte: <http://lucianosantarita.pro.br/>

A penetração da radiação espalhada na grade é determinada, principalmente,

- a) pelas dimensões das tiras de chumbo e dos espaços, chamada de razão de grade;
- b) pelas dimensões das tiras de alumínio e dos espaços, chamada de razão de grade;
- c) pela densidade do tecido radiografado e dos espaços, chamada de razão de grade;
- d) pela distância do tecido radiografado e dos espaços, chamada de razão de atenuação;
- e) pela distância da grade ao foco do RX e dos espaços, chamada de razão de atenuação;

06. A divergência do feixe de raios X ocorre porque os raios X originam-se de uma fonte estreita no tubo e divergem ou espalham-se para cobrir todo o filme ou receptor de imagem. O tamanho do feixe de raios X é limitado por colimadores ajustáveis, que absorvem os raios X periféricos dos lados, controlando, assim, o tamanho do campo de colimação. Quanto maior o campo de colimação e menor o DFoFi (Distância Foco Filme), maior o ângulo de divergência nas margens externas. Isso aumenta o potencial de distorção nestas margens externas.

Fonte: <http://www.tecnologiaradiologica.com/>

Sabe-se que a imagem de um objeto tem 9 cm de comprimento. Se a distância foco- filme vale 30 cm e a distância objeto-filme é igual a 10 cm, qual o tamanho real do objeto?

- a) 2 cm
- b) 5 cm
- c) 6 cm
- d) 9 cm
- e) 10 cm

APÊNDICE E – ESCALA LIKERT

AVALIAÇÃO NA ESCALA LIKERT	Discordo totalmente	Discordo	Não concordo nem discordo	De acordo	Totalmente de acordo
PONTUAÇÃO ATRIBUÍDA	5	4	3	2	1
1- A Metodologia de Ensino e Aprendizagem foi satisfatória.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 - As aulas com a presença do aparelho de RX no Hospital melhorou o absorção dos conteúdos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 - O estudo do espectro eletromagnético trouxe evolução do conhecimento.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 - A caracterização dos conceitos sobre o fóton , energia quantizada e função trabalho foram satisfatórios.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 - A abordagem da indução eletromagnética no estudo dos transformadores foi bem explanada e absorvida.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 - A influência e as relações da distância do paciente à fonte emissora de RX foram bem explicadas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 - Os conceitos de excitação, ionização e do efeito termiônico trouxe benefícios no estudo da ampola de RX.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8 - Os componentes da ampola de RX (cátodo , ânodo, filtros e colimadores) foram descritos e detalhados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9 - O aprendizado acerca do efeito anódico , frenagem no ânodo e espalhamento Compton foram satisfatórios.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10 - Houve uma simplificação nos estudos de carga (mA.s), corrente (mA) e diferença de potencial (KV) presentes na mesa comando.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11 - Ficou claro a influência da densidade do tecido radiografado no poder de penetração dos RX.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12 - A interação dos raios X com os químicos dos filmes e cassetes foram bem abordados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13 - O curso de extensão deve continuar sendo oferecido nos semestres seguintes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

APÊNDICE F- CARTAZ DO CURSO DE RAIOS X

Os Raios X

Conhecendo essa radiação ionizante
no âmbito do radiodiagnóstico

Prof. Francisco Carlos Ribeiro Rodrigues Junior



Período de inscrição:
até 29 de abril de 2016

Período: 7, 14, 21 e 28 de maio e 4 de junho de 2016

Horário: 8h às 12h

Local: Unichristus Parque Ecológico

Carga horária: 20h*

Público-alvo: Alunos do CST em Radiologia da Unichristus

Vagas: 20 (mínimo) a 40 (máximo)

Investimento: Gratuito (haverá prova para seleção dos participantes no primeiro dia do curso)

Informações

www.unichristus.edu.br

Unichristus
Centro Universitário Christus

*A carga horária a ser validade como atividade complementar se dará em consonância com a tabela de atividades complementares de cada curso, mediante apresentação do formulário A3 dentro do prazo.

ANEXO A – EQUAÇÕES ESTATÍSTICAS

TESTE DE SHAPIRO-WILK

O teste Shapiro-Wilk, proposto em 1965, é baseado na estatística W dada por:

$$W = \frac{b^2}{\sum_{i=1}^n (x_{(i)} - \bar{x})^2}$$

em que x_i são os valores da amostra ordenados ($x_{(1)}$ é o menor). A constante b é determinada da seguinte forma

$$b = \begin{cases} \sum_{i=1}^{n/2} a_{n-i+1} \times (x_{(n-i+1)} - x_{(i)}) & \text{se } n \text{ é par} \\ \sum_{i=1}^{(n+1)/2} a_{n-i+1} \times (x_{(n-i+1)} - x_{(i)}) & \text{se } n \text{ é ímpar} \end{cases}$$

em que a_{n-i+1} são constantes geradas pelas médias, variâncias e covariâncias das estatísticas de ordem de uma amostra de tamanho n de uma distribuição.

Para realizar o teste de Shapiro-Wilk, devemos:

1. Formulação da Hipótese:

$$\begin{cases} H_0 : \text{A amostra provém de uma população Normal} \\ H_1 : \text{A amostra não provém de uma população Normal} \end{cases}$$

2. Estabelecer o Nível de significância do teste (α), normalmente 0,05;

3. Calcular a estatística de teste:

Ordenar as n observações da amostra: $x_{(1)}, x_{(2)}, x_{(3)}, \dots, x_{(n)}$;

Calcular ;

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Calcular b;

Calcular W.

4. Tomar a decisão: Rejeitar H_0 ao nível de significância α se $W_{\text{calculado}} < W\alpha$

TESTE DE MANN-WHITNEY

O teste de Mann-Whitney é usado para a comparação de dois grupos independentes.

Para sua construção:

-Seja n_1 o tamanho de amostra do menor dos dois grupos e n_2 o tamanho de amostra do maior dos dois grupos;

-Obtemos os postos de todas as observações como se os dois grupos fossem uma única amostra;

-Calculamos a estatística de teste

$$MW = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - T$$

em que n_1 e n_2 são os tamanhos das amostras dos dois grupos e T é a soma dos postos do grupo menor.

Para a tomada de decisão o valor da estatística MW pode ser comparado com o percentil de uma distribuição especial, ou podemos usar o resultado de que para estudos com pelo menos 10 observações em cada grupo T tem aproximadamente distribuição gaussiana com média

$$\mu_T = \frac{n_1(n_1 + n_2 + 1)}{2}$$

e desvio-padrão

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{n_2 \mu_T}{6}}$$

Neste caso, o valor da estatística $Z=(T-\mu_T)/\sigma_T$, deve ser comparado com o percentil da distribuição gaussiana padrão.