



Raios X no Ensino Médio via Acesso Remoto na Perspectiva da Aprendizagem Significativa

IVANILDO FABRICIO DE OLIVEIRA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo UEM, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:
Prof. Dr. Paulo Ricardo Garcia Fernandes

Maringá/PR
Novembro/2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP) (Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

O48r Oliveira, Ivanildo Fabricio de
Raios X no ensino médio via acesso remoto na perspectiva da aprendizagem significativa / Ivanildo Fabricio de Oliveira. -- Maringá, 2016.
70 f. : il. col., figs., tabs., apêndice + anexo

Orientador: Prof. Dr. Paulo Ricardo Garcia Fernandes.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, 2016

1. Física - Ensino médio. 2. Física - Teoria de aprendizagem. 3. Aprendizagem significativa. 4. Física - Raios X - Acesso remoto. I. Fernandes, Paulo Ricardo Garcia, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. III. Título.

CDD 21.ed. 530.07

MN-003867

Raios X no Ensino Médio via Acesso Remoto na Perspectiva da Aprendizagem Significativa

IVANILDO FABRICIO DE OLIVEIRA

Orientador:
Prof. Dr. Paulo Ricardo Garcia Fernandes

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo UEM, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

Prof. Dr. Paulo Ricardo Garcia Fernandes (UEM)

Prof. Dr. Celso Xavier Cardoso (FCT/UNESP)

Prof. Dr. Maurício Antônio Custódio de Melo (UEM)

Maringá
Novembro 2016

Dedico esta dissertação aos meus pais, irmãos, à minha esposa amorosa e aos meus filhos, Júlia, Arthur e Henrique, pelo afeto inestimável.

Agradecimentos

- A Deus pelos talentos recebidos e paz de espírito;
- Ao professor Paulo Ricardo Garcia Fernandes, pela orientação deste trabalho, por ser um grande exemplo de vida e seus ensinamentos preciosos que me ajudaram a chegar neste estágio gratificante.
- Ao professor Maurício Antônio Custódio de Melo, pela atenção, disponibilidade e valiosas sugestões;
- Ao professor Arquimedes, pela valiosa ajuda experimental e tecnológica, gostaria muito de um dia retribuir toda a atenção que me foi dada;
- À professora Hatsumi, pelas contribuições assertivas;
- À minha família pelo amor e incentivo à esta nova etapa;
- Ao Colégio Doutor José Gerardo Braga, a diretora Zulmira, por aceitar a aplicação desta pesquisa;
- Aos professores Rogério e Rosmary pelas agradáveis conversas pedagógicas;
- Aos técnicos dos laboratórios do Depto de Física Keila e Marcos pelos serviços prestados e pela amizade;
- À Minha mãe, Ivone, toda gratidão e amor;
- À Minha esposa, Marcela, ao carinho e apoio me dado de forma inigualável;
- Aos Meus filhos, Júlia, Arthur e Henrique, que me mostram a todo instante como posso ser um pai melhor;
- Aos Meus irmãos, Patrícia e Cristiano, pelo eterno laço de amor e amizade perfeitos;
- Ao meu pai, Devarde, por me ensinar a superar os desafios;
- Aos colegas da turma do mestrado profissional, pelas mútuas descobertas, alegrias e angústias;
- Ao meu amigo Ferenc pelo apoio incondicional e exemplo profissional;
- Aos professores do mestrado profissional pelo saber ministrado;
- À CAPES pelo apoio financeiro;
- Aos secretários Paulo Roberto e Tatiana pelos serviços da secretaria do Mestrado Profissional (MNPEF-DFI-UEM);

- À Silvana Feitosa, pela atenção e os esclarecimentos junto à SBF.
- A todos aqueles que me incentivaram e colaboraram até a chegada deste momento.

Muito obrigado!

RESUMO

RAIOS X NO ENSINO MÉDIO VIA ACESSO REMOTO NA PERSPECTIVA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Ivanildo Fabricio de Oliveira

Orientador:
Paulo Ricardo Garcia Fernandes

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física – Polo UEM (MNPEF/UEM), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Os avanços nas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's), associado ao currículo escolar desatualizado, tem desestimulado a juventude estudantil no interesse pelo conhecimento científico. Assim como a falta de estratégias de ensino aprendizagem nas aulas de Física Moderna e Contemporânea (FMC) que dão pouco ou nenhuma ênfase ao conteúdo de Raios X. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é, além de aplicar uma sequência didática, levar a comunidade escolar a participar de um experimento de Raios X via acesso remoto, para proporcionar conceitos básicos de FMC na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa de D. Ausubel. Para isso, faremos parceria com o Laboratório de Acesso Remoto Interdisciplinar (LARI – UEM) para fazermos uso da utilização da Robótica Educacional e do aparelho de Raios X para analisar os fenômenos de Difração e Absorção de fótons provindos dos raios X. Os alunos da Terceira Série do Ensino Médio, da rede pública, efetuaram medidas remotamente em tempo real da difração de raios X, bem como também analisaram os espectros eletromagnéticos obtidos por meio de gráficos, onde analisaram a amostra sólida da rede cristalina de Fluoreto de Lítio (LiF) sem e com filtros metálicos: Cobre (Cu), Estanho (Sn), Níquel (Ni) e Chumbo (Pb). Portanto, este trabalho, justifica-se por verificar a incorporação dos conceitos físicos e tecnológicos para facilitar a compreensão da realidade dos educandos, como por exemplo, os Exames de Radiografia, assim, unir saberes acadêmicos com o conhecimento experimental.

Palavras-chave: Ensino de Física, Raios X, Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

X-RAYS IN HIGH SCHOOL BY REMOTE ACCESS IN THE MEANINGFUL LEARNING PERSPECTIVE

Ivanildo Fabricio de Oliveira

Supervisor(s):
Paulo Ricardo Garcia Fernandes

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física – Polo UEM (MNPEF/UEM), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

Advances in Information and Communication Technologies (ICT's) associated to outdated curriculum of the high school have led young students to lose their interest in scientific knowledge. In this sense, the lack of strategies teaching in the classes of Modern and Contemporary Physics (MCP), giving little or no emphasis on subjects such as X-rays, also contributes to this disinterest in science. The goal of this work is to apply a didactic sequence in a class of third year students of a public high school about X-rays. The students of the high school have made an X-rays diffraction experiment manipulated by remote access in partnership with Laboratório de Acesso Remoto Interdisciplinar (LARI) of the Universidade Estadual de Maringá associated to LIFE/CAPES project. This theme was chosen because it involves the students with a real experience in the context of modern physics in the perspective of meaningful learning of Ausubel and Novak concept maps. The sample investigated was Lithium Fluoride (LiF) and the filters were Copper (Cu), Tin (Sn), Nickel (Ni) and Plumbum (Pb). In order to analyze the experimental spectrums of the diffraction and absorption of the used materials, the students were instructed to made graphics. In this way, in our view, this work is justified due to verification of the incorporation of physical and technological concepts that facilitated the understanding of the students about subjects such as X-rays by using a real experimental set up.

Keywords: Modern Physics Teaching, X-rays, Meaningful Learning

Sumário

Resumo	vii
Abstract	viii
Lista de Figuras	x
Lista de Tabelas e Gráficos	xii
Lista de Abreviaturas	xiii
Apresentação	01
Capítulo 1 Aprofundamento Teórico	04
1.1 Fundamentação Teórica	04
1.1.1 Fenômenos Ondulatórios	04
1.1.2 Decaimento Natural	09
1.1.3 Estrutura Cristalina	10
1.1.3.1 O Espectro de Raios X	13
1.1.3.2 Aplicações dos Raios X	16
1.1.4 Laboratórios Virtuais e as TIC's.....	16
1.1.4.1 Simulações	18
1.1.4.2 Acesso Remoto	19
1.1.5 Robótica Educacional	22
1.1.5.1 Linguagem LEGO	24
1.1.6 Sequência Didática	26
1.1.7 Teoria de Aprendizagem – David Ausubel	27
1.1.7.1 Mapas Conceituais	30
Capítulo 2 Desenvolvimento do Produto Educacional	33
2.1 Materiais Utilizados	34
2.2 Montagem Experimental	36
2.3 Experimentando o Produto Educacional	39
Capítulo 3 Metodologia de Pesquisa	42
Capítulo 4 Análise dos Resultados	46
4.1 Resultados e Discussão	47
4.2 Analisando os Mapas Conceituais	50
4.3 Analisando os Recursos utilizados	52
Capítulo 5 Conclusões	54
Referências Bibliográficas	56
Apêndice A Termo de Autorização dos Estudantes	60
Apêndice B Termo de Autorização da Escola	61
Apêndice C Questionário Preliminar	62
Apêndice D Questionário Final	64
Apêndice E Mapas Conceituais produzidos pelos alunos	66
Apêndice F Produto Educacional	69

Lista de Figuras

Figura 1.1. Onda eletromagnética proveniente dos campos elétrico e magnético.

Figura 1.2. Espectros Eletromagnéticos.

Figura 1.3. Difração por fenda simples.

Figura 1.4. Difração por fenda dupla.

Figura 1.5. Modelo cristalino e a Lei de Bragg.

Figura 1.6. Espectro Contínuo e de Raias.

Figura 1.7. Possibilidades de arranjos atômicos nos estados da matéria.

Figura 1.8. Sistemas Cristalinos.

Figura 1.9. Célula básica do Cloreto de Sódio.

Figura 1.10. Linha do tempo do cientista W. C. Roentgen.

Figura 1.11. Tubos de Crookes com os polos e a cruz Malta.

Figura 1.12. Radiografia da mão de Bertha.

Figura 1.13. Esquema do tubo de Coolidge para os Raios X.

Figura 1.14. Esquema do aparelho de Raios X.

Figura 1.15. Aplicações dos Raios X.

Figura 1.16. W. G. Walter roboticista e neurofisiologista.

Figura 1.17. Kit da LEGO® Mindstorms.

Figura 1.18. Esquema desta Sequência Didática.

Figura 1.19. Psicólogo Educacional D. P. Ausubel.

Figura 1.20. Representação da junção entre o subsunçor e o novo conhecimento.

Figura 1.21. Mapa Conceitual integrador das teorias de aprendizagem.

Figura 2.1. Aparelho X-ray 4.0 Expert da marca PHYWE e a Lâmpada de Tungstênio (W).

Figura 2.2. Materiais utilizados em conjunto com o Kit Lego®.

Figura 2.3. Trocador de Filtros utilizando o Kit da Lego® Mindstorms.

Figura 2.4. Robô usando apenas peças Lego e o trocador de Filtros feito de acrílico.

Figura 2.5. Trocador de filtros metálicos feito de acrílico e peças Lego.

Figura 2.6. Esquema de montagem da conexão entre os aparelhos.

Figura 2.7. Programas computacionais utilizados.

Figura 2.8. Modelo de Configuração aparelho de Raios X.

Figura 2.9. Modelo de configuração de aparelho de Raios X.

Figura 3.1. Resumo da Metodologia utilizada.

Figura 4.1. Fluxograma das respostas obtidas no Questionário Preliminar.

Figura 4.2. Fluxograma das respostas obtidas no Questionário Final.

Figura 4.3. Mapas conceituais do aluno K, antes e depois da SD.

Figura 4.4. Mapas conceituais do aluno M, antes e depois da SD.

Lista de Tabelas e Gráficos

Tabela 1.1. Organograma da Fundamentação Teórica.

Tabela 1.2. Densidades de alguns sólidos.

Tabela 1.3. Resumo dos quatro tipos de Aprendizagem.

Tabela 3.1. Estrutura da Sequência Didática.

Gráfico 4.1. Respostas da questão 05 do questionário preliminar.

Tabela 4.1. Respostas comparativas da Problematização antes e depois da SD.

Gráfico 4.2. Medidas efetuadas pela Equipe K, mostrando a relação da Intensidade (Imp/ #/s) com a tensão (Volts) em seus respectivos espectros contínuos.

Lista de Abreviaturas

EaD – Ensino à Distância

EM – Ensino Médio

FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

FC – Física Clássica

FMC – Física Moderna e Contemporânea

LARI – Laboratório de Acesso Remoto Interdisciplinar

LiF – Fluoreto de Lítio

MEC – Ministério da Educação e Cultura

MRU - Movimento Retilíneo Uniforme

MRUV – Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

PC – Computador Pessoal

PCN – Parâmetros Curriculares Nacional

SD – Sequência Didática

TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação

UEM – Universidade Estadual de Maringá

3D – Tridimensional

Apresentação

A ideia deste trabalho teve início durante o curso de Licenciatura em Física PARFOR/UEM, no ano de 2014, nas aulas da disciplina de Tópicos de Física Contemporânea, ministrado pelo professor Dr. Paulo Ricardo Garcia Fernandes, que sugeriu um seminário que abordasse os conteúdos de Física, os Laboratórios Virtuais via Acesso Remoto e o uso de recursos tecnológicos.

O trabalho desta dissertação foi baseado neste seminário com algumas alterações mais pertinentes, como por exemplo, a metodologia da Sequência Didática (SD), o uso de uma máquina de Raios X para fins pedagógicos e a pesquisa educacional na perspectiva da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel.

Para isso utilizamos um computador, uma câmera digital, um celular e um robô com peças Lego para realizar movimentos retilíneos comandados a partir do celular e de um local afastado do robô. Nosso objetivo robótico era um veículo para estudarmos o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV) da Cinemática comparados com a simulação virtual. Conseguimos concluir o trabalho de forma empolgante, segundo relatos da turma e do professor.

Além da intenção referente à continuidade ao trabalho anteriormente citado, discutiremos nesta dissertação algumas possíveis soluções para as aulas de Física Moderna e Contemporânea (FMC) na esperança de auxiliarmos os professores e os alunos no processo de ensino aprendizagem de forma mais eficaz. Usualmente, ouvimos queixas dos professores da Componente Curricular de Física, e inclusive de outros Componentes Curriculares, como diz Oliveira (2007) a respeito da defasagem de conteúdo de física a ser ministrado no Ensino Médio (EM), deixando, assim, transparecer um Currículo Escolar defasado sem ênfase ao tema de Física Moderna e Contemporânea (FMC).

“Um dos fatores que contribuem para esse quadro é a defasagem em termos de conteúdo do atual currículo de física e aquilo que o aluno é informado, pela mídia escrita e falada, sobre os avanços e descobertas científicas no campo da física no Brasil e no mundo” [Oli07].

Também ouvimos os alunos se queixando das aulas maçantes com exercícios teórico-matemáticos de física sem o aproveitamento das novas tecnologias ou das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's). Neste sentido, corroborando com diversos professores pesquisadores nesta área de Ensino de Física no EM, propõem-se então, um trabalho qualitativo e quantitativo a ser aplicado no EM da rede pública com os alunos da terceira série que aborde questões norteadoras do tema citado acima, nas salas de aulas usando os recursos tecnológicos

ao alcance dos educandos, dos quais podemos citar o *PC*, a nuvem da web, a câmera digital, a robótica educacional, um aparelho de Raios X para fins pedagógicos e os programas de computação, incluindo o acesso remoto.

Assim, percebemos que bons resultados surgem a partir de uma área muito importante nesta profissão, o Planejamento Docente, desde que embasado no Componente Curricular Escolar. Logo, ao recorrermos ao Ministério da Educação e Cultura (MEC), notam-se, por exemplo, algumas orientações de currículo, citadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's). Diante desta reflexão, o presente trabalho oferece um Produto Educacional¹ intitulado “UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O USO DOS RAIOS X NO ENSINO MÉDIO VIA ACESSO REMOTO NA PERSPECTIVA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA”. Essa sequência didática foi planejada e desenvolvida de forma experimental, aplicada ao final do Ensino Básico.

A aplicação desse experimento, ocorreu no Colégio Estadual Dr. José Gerardo Braga, localizado no bairro Zona 06, próximo ao centro da cidade de Maringá-Pr, onde o mestrando é o professor regente da turma selecionada. Para desenvolver o produto educacional, contou-se com a parceria voluntária e a compreensão da comunidade escolar, composta por: professores, alunos, coordenação pedagógica, direção e funcionários. Também foram utilizados os Laboratórios de Informática e de Ciências, a biblioteca, a sala de aula e as demais dependências, inseridos no espaço público comum a todos, pertinentes ao presente trabalho de mestrado. A aplicação do Produto Educacional iniciou-se no segundo trimestre de 2016, ocupando as três primeiras semanas, necessitando de seis aulas, ou seja, duas aulas semanais.

No primeiro contato dos alunos com o Produto Educacional, foi realizada uma breve apresentação do professor, aproveitando o Termo de Autorização (Apêndice A), que foi assinado pelos alunos com mais de dezoito anos ou por seus responsáveis legais. Posteriormente foi feita a aplicação de um Questionário Preliminar (Apêndice C), com perguntas objetivas e discursivas, sobre o tema desta proposta e a confecção do primeiro Mapa Conceitual² pelos alunos. Outro Termo de Autorização da Escola (Apêndice B) foi lavrado de comum acordo entre o professor/orientador e a Coordenação Escolar, confirmando-se a aplicação do projeto, a utilização do ambiente escolar e o levantamento de dados dos educandos, resguardando o sigilo, para a conclusão deste trabalho.

Em seguida, o professor oportunizou uma Aula Preliminar³ sobre Mapas Conceituais, onde solicitou que os educandos respondessem ao Questionário Preliminar enfocando os

¹ Produto Educacional encontra-se no Apêndice F desta dissertação.

² Este é um recurso pedagógico proposto por Novak embasado na Teoria de Aprendizagem de D. Ausubel, o qual será apresentado no decorrer deste trabalho.

³ Aula Preliminar encontra-se no Anexo A do Produto Educacional.

Exames de Raios X, algumas questões abordando o acesso remoto e a simulação virtual, e que no final, confeccionassem um Mapa Conceitual-1 sobre o que eles sabiam do tema, “Raios X: Conceitos e Aplicações”. Após as três semanas de atividades estratégicas, no encerramento da aplicação do Produto Educacional, planejou-se a aplicação de um outro Questionário Final⁴ e a confecção de mais um Mapa Conceitual-2 sobre o mesmo tema. O conjunto destas avaliações, inicial e final, permitiu a análise dos conhecimentos prévios dos alunos enfatizando o tema selecionado, a fim de aplicar a Teoria de Aprendizagem de David Ausubel e os Mapas Conceituais de Novak, procurando identificar os elementos que melhoram os resultados de uma aprendizagem significativa de forma crítica e impactante.

Enfim, este trabalho objetivou-se desenvolver atividades pertinentes à prática docente almejando:

- Produzir um material de FMC com enfoque nos Raios X como apoio para professores de Física do Ensino Médio;
- Verificar a possibilidade do Acesso Remoto ser utilizado como uma grande estratégia de ensino;
- E principalmente, estabelecer relações entre o cotidiano dos educandos e a ciência;

No desenvolvimento deste projeto, trabalhamos com duas hipóteses:

- Hipótese I:

“Como seria possível, com a aplicação da Sequência Didática e a Robótica Educacional manusear o aparelho de Raios X, e assim, consolidar o acesso remoto nas aulas de física e tornando-as mais interessantes aos alunos?”

- Hipótese II:

“Quais perspectivas poderiam ser discutidas na aprendizagem significativa do educando, após produzirem Mapas Conceituais destacando os conceitos físicos de Raios X e suas aplicações tecnológicas?”

Depois de definir os objetivos e as hipóteses, apresentaremos a estrutura desta dissertação formatada a partir da apresentação destacando as motivações, a pesquisa, a justificativa e os objetivos. Em seguida, apresenta-se o Capítulo 1 que mostra a fundamentação teórica da Teoria de Aprendizagem de forma crítica e o uso de mapas conceituais, bem como, comentamos sobre as TIC's de um modo geral. No Capítulo 2, detalhamos o desenvolvimento do produto educacional, o procedimento e o método proposto. A aplicação está disposta no Capítulo 3 e os resultados e suas respectivas análises, sendo discutidos no Capítulo 4 que foram coletados para a referente análise. Finalizando com as devidas conclusões sobre este trabalho, e por fim, as referências bibliográficas e os apêndices.

⁴ Este Questionário Final encontra-se no Apêndice D.

Capítulo 1

Aprofundamento Teórico

Neste capítulo, apresentamos os temas abordados de Física que embasam o conhecimento dos Raios X, uma breve introdução as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) focando os Laboratórios Virtuais e o Acesso Remoto, finalizando com a Teoria de Aprendizagem. Conforme descrito na Tabela 1.1 a ordem das seguintes etapas:

Tabela 1.1. Organograma da Fundamentação Teórica.

Aprofundamento Teórico	
Referencial Teórico	Teoria de Aprendizagem
Fenômeno Ondulatório: Difração Estrutura Atômica O Espectro de Raios X Laboratórios Virtuais Robótica Educacional	Aprendizagem Significativa Mapas Conceituais

1.1 Fundamentação Teórica

Começaremos o referencial teórico pela Física Clássica, o Fenômeno da Difração Ondulatória, após, discutiremos os conteúdos que provocaram o surgimento da Física Moderna, como por exemplo, o Efeito Fotoelétrico, os Espectros dos Elementos Químicos, a Radiação de Corpo Negro e a Dualidade da Natureza da Luz. O procedimento da atividade experimental deste trabalho, descrito no Produto Educacional, nos orientou a evidenciar em cada seção a seguir às relações existentes entre este e os conceitos físicos dos Raios X e da Difração de Raios X.

▪ 1.1.1 Fenômenos Ondulatórios

A Física dos Raios X nos remete ao conceito de onda eletromagnética, sendo assim, uma onda é um movimento causado por uma perturbação que pode se propagar em uma substância sólida, gasosa ou líquida. E as ondas eletromagnéticas são produzidas por cargas elétricas oscilantes e sua propagação não depende do meio para se propagar, como por exemplo, as Ondas de Rádio, os Raios X, as Microondas, as Radiações Nucleares e outras. São compostas pelos campos Elétrico e Magnético simultâneos como identificamos na Figura 1.1.

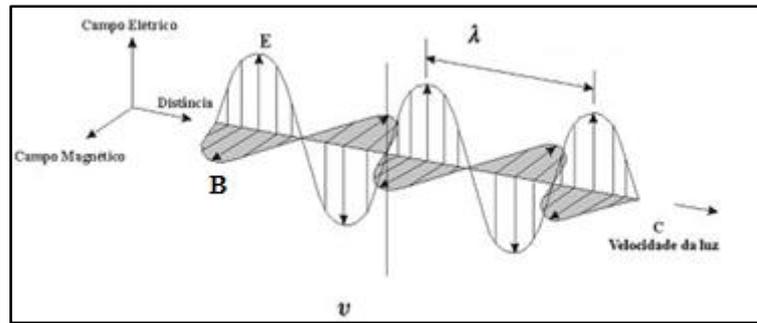


Figura 1.1. Onda eletromagnética proveniente dos campos elétrico e magnético.

Fonte: <http://www.guia.heu.nom.br/ondas.htm>

Quando se lida com radiação eletromagnética no vácuo, essa velocidade é igual à velocidade constante da luz “c”, e pode variar dependendo do meio que se propaga. Essa relação é dada pela equação [1]:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

[1]

Sendo: λ = comprimento de onda mecânica ou onda eletromagnética;

f = frequência de vibração e é inversamente proporcional ao período da onda;

c = velocidade da luz no vácuo $\approx 299.792,458 \text{ km/s} \approx 300.000 \text{ km/s} = 300.000.000 \text{ m/s}$.

O Espectro Eletromagnético é a varredura do comprimento de onda e suas, respectivas, frequências de todas as possíveis radiações eletromagnéticas. Seu alcance abrange desde as ondas com grande comprimento, ondas de Rádio, até as de menor comprimento de onda como as da radiação Gama, inclusive os Raios X. A Figura 1.2 identifica o espectro das ondas eletromagnéticas correspondentes, ou seja, para cada frequência de onda existe um comprimento de onda respectivo.

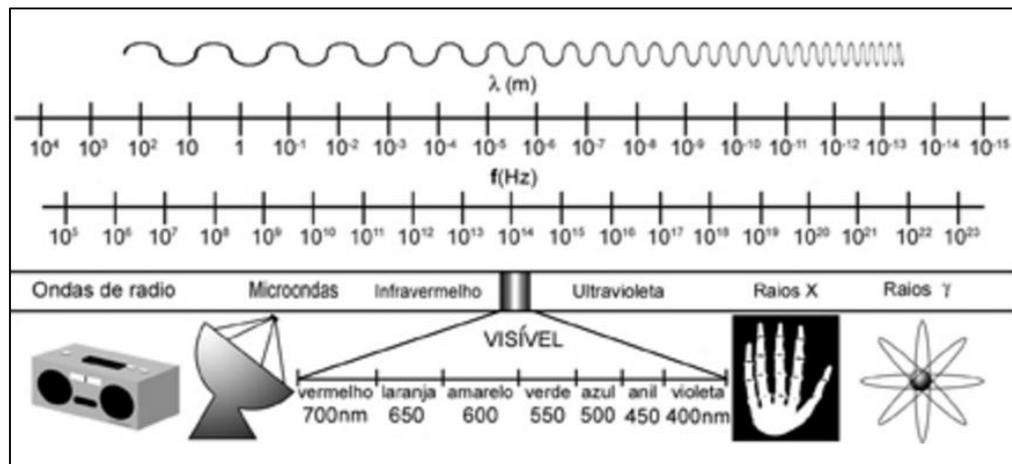


Figura 1.2. Espectros Eletromagnéticos.

Fonte: http://www.fisicapaidegua.com/conteudo/conteudo.php?id_top=060104

Analisando-se a Figura 1.2, um espectro é uma demonstração das amplitudes energéticas dos componentes ondulatórios, por exemplo, a faixa do visível compreende desde 700 nm até 400 nm. As interações eletromagnéticas interagem de diferentes formas com a

matéria, assim, podemos dividir em interações ionizantes, após a faixa do visível, acima da região do visível e não-ionizantes. Ressaltando, as ondas de Raios X são ondas ionizantes e proporcionam prejuízos nocivos à saúde humana e animal quando usado em excesso.

Os Raios X são uma forma de onda eletromagnética, semelhante à luz, apresentando comprimentos de onda que vão desde 0,01 até 10 nanômetros e suas respectivas frequências na faixa de 3×10^{16} Hz a 3×10^{19} Hz com variação de energia de 100 elétrons-Volt até 100 mil elétrons-Volt, conforme caracterizado na Figura 1.2.

Relacionando a teoria das ondas eletromagnéticas com os Espectros Eletromagnéticos, tem-se uma aplicação do conceito de Raios X que, segundo Tipler, “...os átomos e as moléculas podem emitir radiações eletromagnéticas quando passam de um estado excitado para um estado de menor energia...” [Tip99] confirmando o conceito físico de que os Raios X são ondas eletromagnéticas.

O fenômeno de Difração ocorre quando a onda “contorna” um obstáculo, ou seja, ela sofre uma aparente flexão em torno dos obstáculos, bem como também apresenta espalhamento após atravessar fendas. E segundo Huygens, este fenômeno ocorre com todas as ondas mecânicas e eletromagnéticas. Sobre as propriedades ondulatórias em nível atômico, os estudos da difração com a matéria permitiram descrever os princípios da Mecânica Quântica. A difração dos Raios X são mais difíceis de serem observados porque apresentam comprimentos de onda muito menores, da ordem de nanômetros⁵.

Quando uma onda luminosa atravessa uma fenda simples, a intensidade da luz em um anteparo é dependente somente do ângulo entre a onda e da largura da fenda. Pode-se notar os resultados na Figura 1.3 quando uma onda incide sobre uma fenda simples estreita com o comprimento de onda maior que esta.

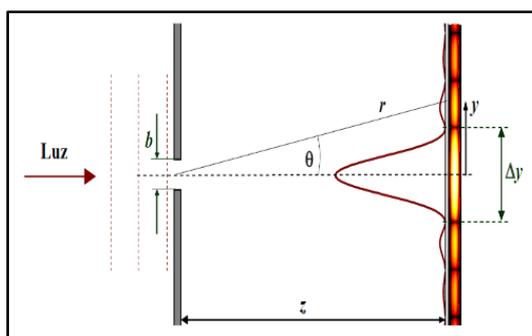


Figura 1.3. Difração por fenda simples.

Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAghYMAC/relatorio-5>

⁵ Nanômetro é a subunidade do metro, correspondente a 1×10^{-9} metro, ou seja, um milionésimo de milímetro ou um bilionésimo do metro. Tem como símbolo nm [Wikipédia - 2016].

Observa-se um padrão de pontos claros e escuros, usando as franjas claras onde houve interferência construtiva e as franjas escuras a interferência destrutiva, também conhecidos como pontos de máximos e mínimos, respectivamente. A difração em fenda dupla é demonstrada pela experiência de Thomas Young, quando uma onda é difratada por duas ou mais fendas (Figura 1.4), o modelo em um anteparo é uma mistura de difração e interferências construtivas e destrutivas.

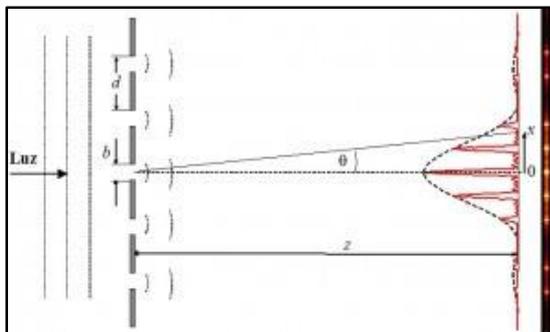


Figura 1.4. Difração por fenda dupla.

Fonte: <http://sites.ifi.unicamp.br/laboptica/roteiros-do-laboratorio/3-difracao-de-fendas/>

Muitos cientistas analisaram o fenômeno de interferência ondulatória da luz, sendo estes estudos o ponto de partida para a Difração de Bragg, consolidada como a Lei de Bragg. A experiência de dupla fenda de Thomaz Young, inspirou os Braggs, pai e filho, a formularem a sua teoria. Sua definição está centrada na medida dos ângulos (θ) de dispersão das ondas de Raios X, ou seja, um feixe de Raios X incide sobre a matéria e é difratado num ângulo, chamado de ângulo de Bragg, que auxilia na compreensão da distância (d) inter planar da estrutura cristalina por meio da equação de Bragg [2]:

$$n\lambda = 2 d \text{ sen } \theta$$

[2]

Logo, a difração de um feixe de comprimento de onda (λ) conhecido permite a determinação do parâmetro de rede, que é a distância (d) interplanar correspondente, como podemos visualizar na Figura 1.5:

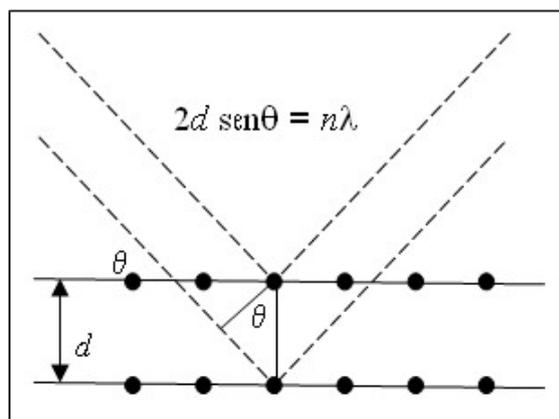


Figura 1.5. Modelo cristalino e a Lei de Bragg.

Fonte: <http://lampx.tugraz.at/~hadley/ss1/crystaldiffraction/atomicformfactors/powder.php>

Os Bragg, pai e filho, testaram vários cristais na geometria da reflexão analisando os comprimentos de ondas e intensidades resultantes, principalmente, das substâncias cristalinas de NaCl, ZnS e diamante.

Dentro do contexto da Dualidade da Luz, o termo difração, foi descrito pelo italiano Francesco Maria Grimaldi, que conferiu este termo a partir do latim “*diffringere*” ao estudar a natureza da luz se “quebrando em pedaços” em 1665. Ainda no século XVII, dois cientistas tinham pensamentos distintos: Isaac Newton defendia a teoria corpuscular da luz e Christian Huygens defendia a teoria ondulatória da luz. Em meias as discussões da dualidade da luz, por volta de 1910, os cientistas se questionavam “os Raios X apresentam qual natureza, ondulatória ou corpuscular, ou seja, são constituídos de partículas ou energia apenas?” Entretanto, Walther Friedrich e Paul Knipping realizaram um experimento em 1912, fizeram um feixe de Raios X atravessar um cristal, derivando no fenômeno de interferência igual ao da Luz e concluíram que os Raios X fossem considerados ondas eletromagnéticas. Todavia, em 1920, outros experimentos comprovavam um comportamento corpuscular dos Raios X.

Já o físico Louis de Broglie combinou as equações de Planck e de Einstein e concluiu que "tudo o que é dotado de energia, vibra e há uma onda associada a qualquer coisa que tenha massa". Como mostra a Equação [3] que relaciona energia sendo proporcional ao produto entre a constante de Planck (h) e a frequência (ν), e que são iguais ao produto da massa (m) com a velocidade da Luz (c) ao quadrado.

$$E = h\nu = mc^2 \quad [3]$$

Os corpos incandescentes apresentam Espectros de Emissão, pois são provenientes de uma radiação emitida. Quando uma cor composta, como a luz branca, atravessa um material semitransparente, resultando no espalhamento das frequências e seus respectivos comprimentos de onda, denomina-se Espectro de Absorção. A frequência f das radiações emitidas ou absorvidas é dada pela equação [4]:

$$f = \frac{E_2 - E_1}{h}, \quad [4]$$

onde E_1 e E_2 são as energias, respectivamente, dos estados iniciais e finais entre os quais deu-se a transição eletrônica e h é a constante de Planck. Quando E_1 é maior que E_2 , ondas eletromagnéticas ou fótons⁶ são emitidas; no caso contrário, fótons são absorvidos. Nos experimentos sobre emissão e absorção de Raios X, um cristal de distância interplanar conhecida é utilizado como analisador de um feixe, com aplicação da lei de Bragg.

⁶ Fóton é a partícula elementar mediadora da força eletromagnética, também é o quantum da radiação eletromagnética (incluindo a luz) [Wikipédia - 2016].

No que diz respeito aos espectros atômicos, eles são de raias e um dos mais estudados é o espectro do hidrogênio, dentre outros, com grande aplicação nas áreas da mecânica quântica, física de plasmas, astrofísica, astronomia e cosmologia, tanto atômico quanto molecular, observados na Figura 1.6 parte superior da mesma região do visível destacada pelas cores. O Espectro Contínuo é aquele em que expõem as respectivas intensidades de todos os comprimentos de onda presentes na faixa em estudo, revelando as energias associadas aos comprimentos de onda, isto está evidenciado na Figura 1.6 na parte inferior da mesma nos gráficos característicos de Absorção e Emissão.

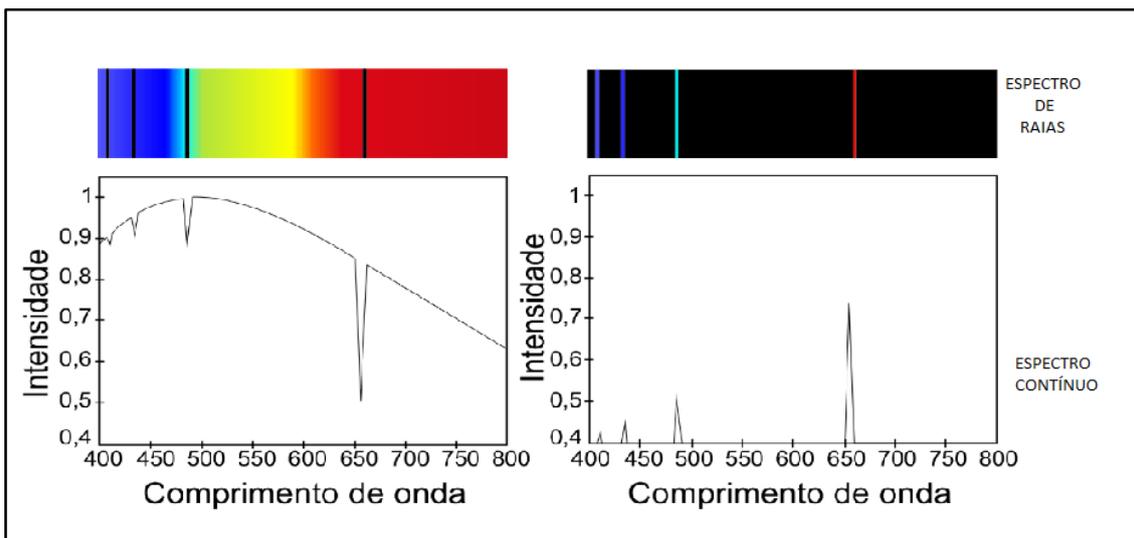


Figura 1.6. Espectro Contínuo e de Raias

Fonte: http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/aula_espec.htm

Ainda, na figura 1.6 nota-se, por analogia aos resultados deste trabalho, que os espectros de Raios X demonstram as mesmas características dos espectros contínuos. No Espectro de Raias, também chamados Espectros de Raias, é possível visualizar apenas certos comprimentos de ondas específicos, não havendo energia associada aos demais comprimentos de onda.

Durante vários anos a comunidade científica não tinha certeza da natureza dos Raios X. Em seguida, discutiremos sobre o Decaimento Natural dos átomos radioativos.

▪ 1.1.2 *Decaimento Natural*

O físico francês Henri Becquerel, incentivado pelas pesquisas de seu pai, descobriu acidentalmente, em 1896, que o minério uranita (sulfato de urânio e potássio) emitia algum tipo de radiação. Colocando perto do minério uma placa fotográfica, o filme era queimado, mesmo no escuro. Apesar de alguns cientistas darem mérito ao fotógrafo, Niepce, por iniciar os estudos nesta área em 1861 [Rot05], esse fenômeno ficou conhecido como "radioatividade" e, tão logo foi descoberto, passou a ser objeto de estudo de muitos físicos e químicos.

A cientista pioneira na pesquisa de partículas, Marie Sklodowska, casada com o físico francês Pierre Curie, pensava que apenas o Urânio era o causador da radioatividade da uranita, desprezando os demais elementos, até porque já se conhecia muito bem os elementos Potássio (K) e Enxofre (S), logo percebeu que estava equivocada. A radioatividade estava contida em todo o material contaminado. No final do século XIX, o físico Ernest Rutherford mostrou que a radiação emitida naturalmente emana do núcleo, assim, as substâncias radioativas emitem basicamente três tipos de radiação, chamadas de Partículas Alfa (α), Beta (β) e Gama (γ).

De acordo com Porto (2015), a definição de radiações ionizantes, está embasada na propriedade de ceder ou retirar elétrons dos átomos ao incidirem sobre qualquer meio, gerando cargas ionizadas, também conhecido como processo de ionização.

“Uma vez ionizado, o processo de ionização, tende a transferir energia aos demais átomos constituintes das moléculas presentes na matéria, através de processos de dissipação de energia. A capacidade de causar ionização pode ocorrer por meio de energia e partículas emitidas de núcleos instáveis. Quando um núcleo instável emite partículas, as partículas são, tipicamente, na forma de partículas alfa (α), partículas beta (β) ou nêutrons [Por15].”

Uma partícula alfa é composta de dois prótons e dois nêutrons. Assim, uma partícula alfa é um núcleo do elemento hélio. A radiação beta é uma partícula leve e composta de elétrons emitidos pelo núcleo. O núcleo não tem elétrons livres, mas, um nêutron, por motivos que fogem ao objetivo desse trabalho, pode virar um próton ejetando um elétron para fora do núcleo. Como o núcleo perde uma carga negativa, agora apresenta uma carga positiva devido a presença de um próton a mais. A radiação gama é a radiação eletromagnética muito energética com alto poder penetrante, sem carga e sem massa, mantendo o número atômico inalterado do núcleo radioativo. Tal como, a radiação eletromagnética dos Raios X, sem carga e sem massa, porém, muito energética.

Contudo, as determinações dos elementos radioativos foram identificadas pelos físicos e químicos, auxiliando na explicação de inúmeros eventos que ocorrem nas estrelas e planetas, bem como, para calcular a idade de rochas e material biológico.

As energias emitidas ou absorvidas pela matéria depende de sua estrutura cristalina, este assunto será detalhado na próxima seção.

▪ 1.1.3 Estrutura Cristalina

Uma rede cristalina sólida é definida como uma substância que apresenta átomos ou moléculas distribuídos em uma rede tridimensional uniforme e que se repete em toda a estrutura, ou uma célula unitária, como por exemplo, todos os metais e os silicatos em geral. Porém, os sólidos amorfos ou não-cristalinos, na maioria, não apresentam uniformidade no

arranjo cristalino e podem ser considerados como falsos sólidos, ou seja, líquidos viscosos, podemos citar o vidro, o piche e muitos polímeros.

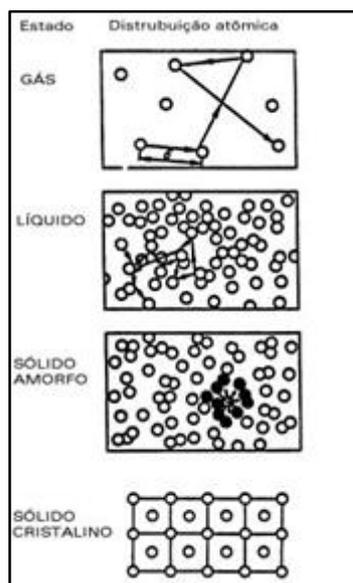


Figura 1.7. Possibilidades de arranjos atômicos nos estados da matéria.

Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABvOAAA/estrutura-cristalina-dos-metais>

Na Figura 1.7 podemos observar no estado sólido cristalino a combinação uniforme dos átomos, favorecida pela conformidade regular de longa distância atômica, portanto, uma rede cristalina é caracterizada por células unitárias que se repetem. Enquanto, ainda na Figura 1.7, é possível identificar os sólidos amorfos e os não-cristalinos, em sua maioria, irregularidades no arranjo cristalino nas estruturas, exemplificando, os falsos sólidos como o vidro, muitos polímeros e o piche.

Os Raios X ajudaram a identificar estas famílias de planos cristalinos que compõem um sistema cristalino, representados na Figura 1.8.

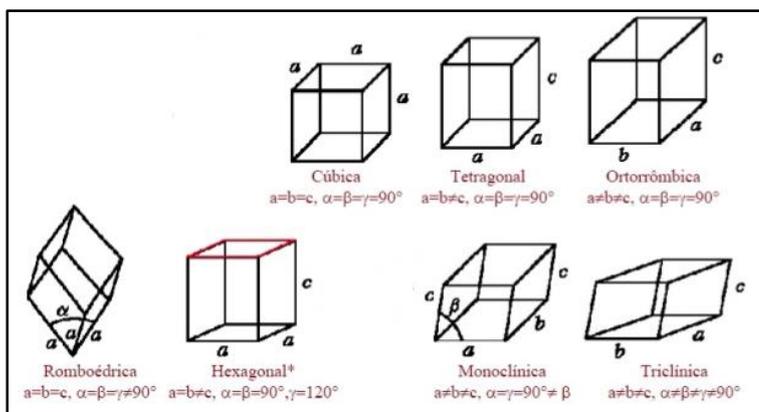


Figura 1.8. Sistemas Cristalinos.

Fonte: <http://pt.slideshare.net/leandrobarbosadasilva547/estrutura-cristalina-16558324>

A estrutura física dos materiais sólidos depende dos átomos, íons ou moléculas em formato geométrico tridimensional (3D), sendo representados por esferas rígidas, usando o mínimo de energia possível na ligação e maior estabilidade molecular. Em um sólido, a combinação do arranjo dos átomos pode ser definida pelos pontos de interseção tridimensional, onde ocorre o empacotamento 3D dos átomos, denominada rede cristalina, ou seja, uma célula unitária que se repete no cristal. Portanto, a difração de um feixe de Raios X permite a determinação do parâmetro de rede correspondente a uma dada família de planos cristalinos.

Há sete arranjos que representam as estruturas de todas as substâncias cristalinas, denominados sistemas cristalinos, as características estruturais e seus nomes são dadas no quadro mostrado na Figura 1.8, onde as letras a, b e representam as arestas do objeto geométrico e os ângulos são α , β e γ .

Neste trabalho, daremos ênfase a estrutura cúbica presente no Fluoreto de Lítio (LiF) e Cloreto de Sódio (NaCl). A estrutura cúbica é encontrada na maioria das substâncias cristalinas e pode ser classificada, como: Cúbica Simples (CS), Cúbica de Face Centrada (CFC) ou Cúbica de Corpo Centrado (CCC). A estrutura (CS) apresenta célula unitária com um átomo arranjado em cada vértice de um cubo. Nesta estrutura, cada átomo apresenta seis outros vizinhos. A Figura 1.9 mostra uma célula cristalina simples de NaCl:

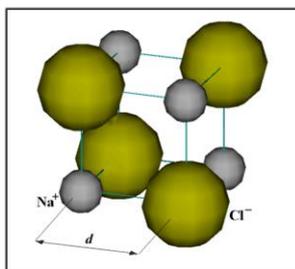


Figura 1.9. Célula básica do Cloreto de Sódio.

Fonte: <http://web.if.usp.br/ifusp/files/Raios-X2>

Como neste trabalho pretende-se utilizar alguns sólidos cristalinos, assim, suas respectivas densidades podem ser percebidas na Tabela 1.2.

Tabela 1.2. Densidades de alguns sólidos [Euroaktion – densidade 2016].

SUBSTÂNCIA	DENSIDADE (g/cm ³)
Fluoreto de Lítio (LiF)	2,640
Cloreto de Sódio (NaCl)	2,165
Cobre (Cu)	8,930
Chumbo (Pb)	11,340
Níquel (Ni)	8,910
Estanho (Sn)	7,290

Na próxima subsecção será descrito como foi descoberto os Raios X, bem como a forma de produção dos mesmos e algumas possíveis interações com a matéria.

▪ 1.1.3.1 O Espectro de Raios X

Foram descobertos em 8 de novembro de 1895, usando os Tubos de Crookes de forma acidental, pelo físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen, interessado no fenômeno da luminescência. Esta onda eletromagnética sofre os seguintes fenômenos ondulatórios: interferência; polarização; refração; difração; reflexão e outros. A geração dos Raios X é por causa das transições dos elétrons em níveis atômicos e, principalmente, devido à desaceleração de partículas energéticas carregadas.

Historicamente, W. C. Roentgen (Figura 1.10) antes de descobrir os Raios X, sobreviveu vários anos como pesquisador sem sucesso com ajuda do pai mas, em 1901 ganhou o primeiro prêmio Nobel de Física pela descoberta. Esta foi de grande importância para a Humanidade, contribuindo para melhorar a saúde de muitas pessoas que precisavam de um método que examinasse a pessoa por dentro sem cortes.



Figura 1.10. Linha do tempo do cientista W. C. Roentgen.

Fonte: <http://pt.slideshare.net/magnocavalheirofaria/histria-da-radiologia-no-mundo-aula-1>

Phillip Lenard foi pioneiro e era especialista em raios catódicos, pois tinha um grande laboratório equipado mas, ele ignorou quando viu estes raios diferentes no tubo de Crookes. Em 1888, ele acrescentou em volta do tubo papel alumínio deixando uma janela para sair os raios, projetando os fótons em um anteparo, excitavam uma substância fluorescente sensibilizada.

Em 1878, William Crookes, desenvolveu esta lâmpada em formato de tubo composto de vidro e com dois polos elétricos separados. Suas experiências demonstraram que descargas elétricas partiam do polo cátodo em direção ao alvo, que é o polo ânodo, assim, os chamou de raios catódicos. Ele percebeu que ao variar o gás dentro do tubo este emitia várias cores. Acrescentou também uma cruz Malta, conforme Figura 1.11, concluiu que os raios se propagavam em linha reta do cátodo ao ânodo.

Resumidamente, a biografia acadêmica de Roentgen, iniciou-se com o curso de Engenheiro Mecânico. Depois de casar-se com Ana Bertha, lecionou matemática e química como professor adjunto, na universidade agrícola de Hoheinheim. Foi convidado a ser professor de física da Utrecht mas, ele negou porque fora rejeitado no passado. No mais, voltou para Wurzburg onde foi nomeado reitor da universidade.

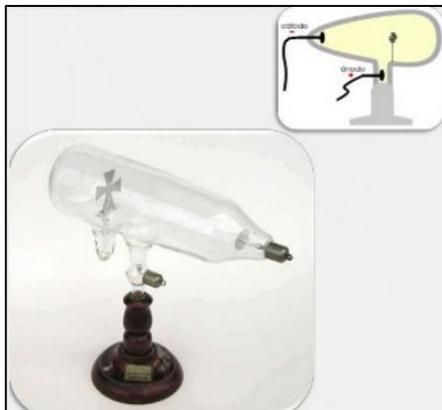


Figura 1.11. Tubos de Crookes com os polos e a cruz Malta.

Fonte: <http://pt.slideshare.net/magnocavalheirofaria/histria-da-radiologia-no-mundo-aula-1>

Segundo Roentgen, estes raios catódicos eram produzidos em um tubo de vidro fechado com vácuo e uma descarga elétrica era transmitida de um polo metálico, cátodo a outro polo metálico, o ânodo, devido a uma alta diferença de potencial elétrico (DDP). Eles não sabiam exatamente o que eram os raios catódicos, só mais tarde o inglês J. J. Thomson demonstrou que eram feixes de partículas negativamente carregadas, os elétrons. A experiência de Roentgen foi embalar a ampola de Crookes com papel preto e deixou-se uma pequena abertura com papel alumínio para que os raios gerados pudessem sair. Ele observou próximo a ampola que haviam pedaços de Platinocianeto de Bário que brilhavam sempre quando a lâmpada era ligada. Após vários testes bloqueando os raios, sem sucesso, concluiu que estes raios só poderiam estar vindo da lâmpada. Assim, segurou o objeto e viu seus ossos na tela de Bário. Assustado expos a mão com anel de sua esposa Bertha aos raios desconhecidos. Logo, esta foi uma das primeiras radiografias feitas, em 22 de novembro de 1895, como pode-se observar na Figura 1.12.



Figura 1.12. Radiografia da mão de Bertha.

Fonte: <http://www.radioinmama.com.br/historia.htm>

Batizou-os de Raios X, pois não conhecia sua composição. Em 28 de dezembro de 1895, apresentou à comunidade científica de física médica, da cidade de Wurzburg, como sendo radiações com frequências maiores que a Ultravioleta, ou seja, acima de 10^{18} hertz.

Hoje em dia, os Raios X são produzidos por tubo de Coolidge, identificado na Figura 1.13, estruturado por um tubo oco com vácuo e uma placa de metal geradora de fluxo de elétrons de alta energia liberado a partir da incandescência da placa (cátodo).

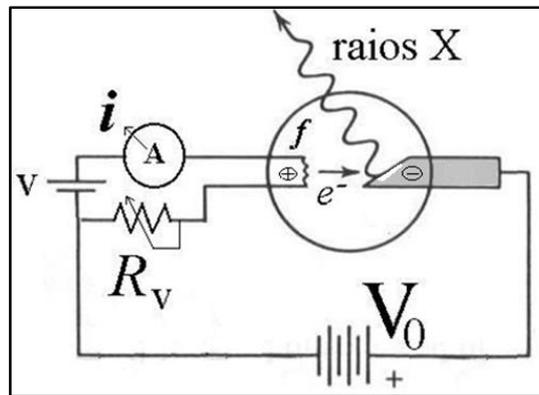


Figura 1.13. Esquema do tubo de Coolidge para os Raios X

Fonte: <http://bioblogandofisica.blogspot.com.br/2013/03/o-producao-do-raio-x.html>

A explicação do funcionamento do tubo de Coolidge, é que os elétrons são acelerados por uma altíssima Diferença de Potencial (DDP), entre 15 e 40KV, até a outra placa metálica do lado oposto do tubo (ânodo) onde são desacelerados bruscamente, também conhecido como o efeito de geração dos fótons de Raios X e é geralmente chamado efeito Bremsstrahlung, da língua alemã "*brems*" para frear e "*strahlung*" para a radiação.

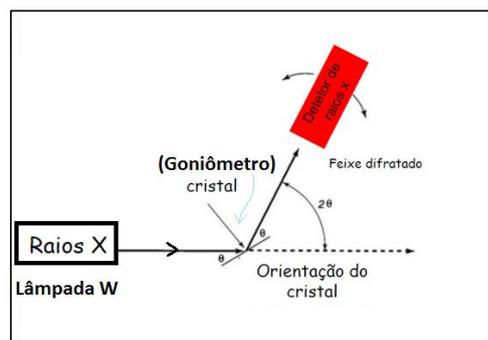


Figura 1.14. Esquema do aparelho de raios X.

Fonte: <http://slideplayer.com.br/slide/362980/>

Experimentalmente, este tubo é alocado dentro de uma máquina de Raios X e o seu funcionamento é evidenciado na Figura 1.14, mostrando um feixe de Raios X proveniente do tubo, incidindo a amostra cristalina. Em seguida uma parte do feixe é difratado por um certo ângulo (2θ) o qual é percebido e medido por um detector de raios X. A questão angular está presente tanto na inclinação da amostra quanto do detector, além do próprio raio X difratado. A Figura 1.14 mostra a fonte de raios X pela Lâmpada de W, a amostra cristalina localizada no

Goniômetro⁷, o ângulo de 2θ e o detector de raios X, evidenciando a aplicação da Lei de Bragg segundo a equação [2], como já citado na subsecção 1.1.1.

▪ 1.1.3.2 Aplicações dos Raios X

Existe uma ampla faixa de aplicações dos Raios X e citaremos algumas, neste momento. Por exemplo, na medicina, tem o poder de penetrar nos órgãos internos e nos ossos sem precisar abrir o paciente. Muito utilizado em radiologia diagnóstica, radioterapia, teleterapia, genética, odontologia e interação celular. Porém, alguns efeitos biológicos resultado da exposição à radiação podem ser imediatos ou tardios.

A irradiação de alimentos na indústria pode aumentar o tempo de conservação. Na engenharia ajuda determinar a estrutura do concreto se há rachaduras internas. Os estudos em ciência aplicada a estrutura atômica e o desenvolvimento de aparelhos eletrônicos foram impulsionados pelo avanço no conhecimento dos Raios X. Também podemos citar que melhorou a segurança nos aeroportos com a ajuda das máquinas de Raios X, como mostra a Figura 1.15.

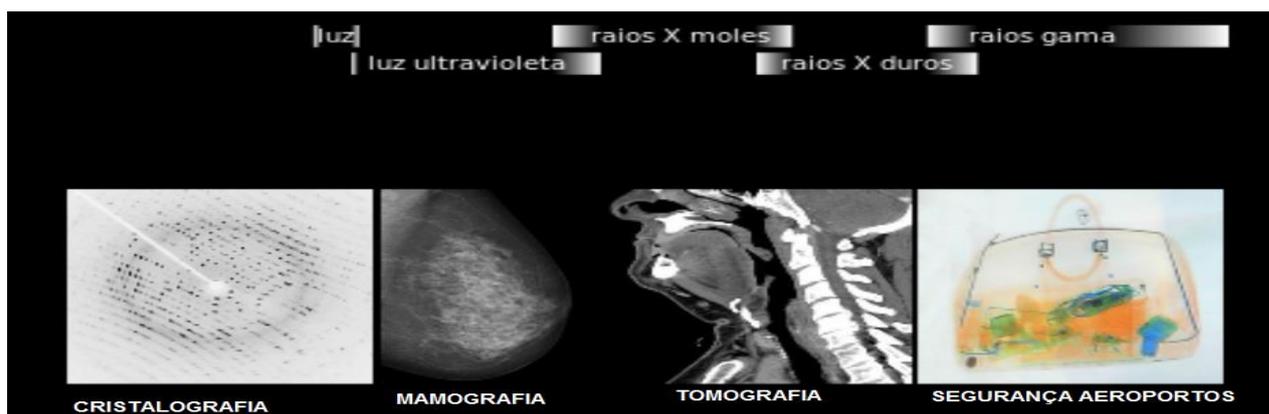


Figura 1.15. Aplicações dos Raios X.

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Raios_X

▪ 1.1.4 Laboratórios Virtuais e as TIC's

Na atualidade, as novas tecnologias têm ajudado no processo educativo, apesar dos prós e dos contras, assim, um dos enfoques da nossa temática são as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) e os laboratórios de práticas instrumentais, sendo virtuais ou de acesso remoto. Também, propomos que os alunos acessem as tecnologias fora da escola o que origina um caráter inovador nas pesquisas brasileiras.

⁷ Goniômetro é um instrumento de medida em forma semicircular ou circular graduada em 180° ou 360°, utilizado para medir ou construir ângulos [Wikipédia – 2016].

Na busca por bons resultados no processo de ensino aprendizagem, muitos pesquisadores têm confirmado que os recursos tecnológicos dependerá mais da situação da utilização ao invés dele em si, e esta é uma posição muito presente nas literaturas. Logo, as contribuições inovadoras das TIC's serão influenciadas pelos planejamentos bem elaborados, ocasionando, assim, sua inserção na sala de aula. Segundo Manfré (2009), as tendências das pesquisas na educação brasileira tem seguido três pontos:

- a) discursos otimistas em novas tecnologias e sua importância para a formação na atualidade;*
- b) discursos críticos acerca das novas tecnologias e a instrumentalização da formação;*
- c) discursos que apontam a importância das novas tecnologias na educação, ao mesmo tempo em que evidenciam seus limites” [Man2009].*

Estes estudos se mostram otimistas na área de educação tendo as novas tecnologias, como sendo a “salvadora” da “nova” educação. Assim, falaremos um pouco sobre o uso dos laboratórios virtuais e de acesso remoto.

Esses são instrumentos práticos da *Internet* para o ensino de diversos Componentes Curriculares. Os termos Laboratórios Virtuais e Laboratórios de Acesso Remoto não são iguais e apresentam significados diferentes, portanto, cada modelo apresenta as suas vantagens e desvantagens.

Nos laboratórios virtuais ou simulações virtuais as imagens são apenas vídeos pré-filmados e nos Laboratórios Remotos as imagens são em tempo real, mostrando o que está acontecendo no momento em que a experiência está sendo realizada. Ou seja, é possível realizar experimentos em qualquer computador ligado à *internet*. Porém, ele é limitado pela programação, não dando margem em alterar os parâmetros físicos. Os Laboratórios Virtuais usam programas para simular instrumentos ou experiências. Estes programas podem ser descarregados da *internet* e instalados em um computador. Quando for usar o laboratório virtual é só clicar em “rodar” a aplicação já configurada no computador. É necessário um grande investimento de tempo e de dinheiro para produzir estes programas.

Segundo Hanson (2009), objetos de aprendizagem⁸ virtuais que simulam situações reais através de dados pré-gravados, tem recebido críticas dos alunos e educadores. Devido ao fato de serem limitados à programação existente não propiciam a discussão sobre erros e incertezas das medidas experimentais resultantes da calibração dos aparelhos ou equívocos nas aferições.

A vantagem destes dois tipos de laboratórios é a de se poder realizar experiências em casa, salas de aula e outros locais sem grande custo. Não podem ser distribuídos, pois não

⁸ Os Objetos de Aprendizagem são: [...] entidades digitais utilizadas para divulgar informação através da *Internet*, as quais são independentes umas das outras, existindo a busca de uma padronização da distribuição deste conteúdo digital (BETTIO, 2003)

baseiam-se apenas por *software*, mas podem ser compartilhados por várias instituições, onde apenas uma de cada vez pode manobrar o equipamento experimental. Envolve os alunos como aprendizes ativos da experiência e não como meros observadores. Concluindo, a simulação virtual de experimentos pode ser muito importante para uma aula planejada de física, mas não podem ser usadas apenas como um suplente da aula, mas sim, devem antes ser um complemento desta.

Portanto, o presente trabalho permeia os caminhos dos laboratórios virtuais, principalmente, na simulação virtual sobre a Radioatividade e uma pesquisa remota ao LARI/UEM para analisar os efeitos da difração de Raios x em amostras cristalinas.

▪ 1.1.4.1 Simulações

Citamos agora algumas dificuldades enfrentadas pelos professores para realizar uma atividade experimental no laboratório real de ciências, quando este existe, é a falta de materiais, de equipamentos e de banquetas para os jovens aprendizes em uma aula prática no laboratório. Logo, as simulações virtuais seriam uma boa estratégia para escola sem laboratório físico.

O uso de simuladores virtuais no ensino de Física pode oportunizar uma melhor aprendizagem dos conteúdos permitindo ao usuário a alteração, com grande facilidade e agilidade, dos parâmetros físicos envolvidos na simulação, discurso defendido por Carraro (2014) [Car14]. Oportunizando aos educandos serem protagonistas do processo ensino aprendizagem, aprender a explorar, construir e solucionar problemas, todavia, ainda pode auxiliar os discentes a iniciar diálogos com o conteúdo, com seus colegas e com o professor. Aprendendo a relacionar as grandezas físicas com o fenômeno analisado no simulador, além de interagir com grandezas vetoriais, como por exemplo, o campo elétrico, a intensidade da corrente elétrica em um condutor, a resistência elétrica e outros.

Também vale ressaltar outras vantagens da utilização das simulações virtuais nas aulas de Física citadas por Gaddis, em 2000, como sendo benefícios que justificam este uso:

“Fornecer um feedback para aperfeiçoar a compreensão dos conceitos; Permitir aos estudantes gerarem e testarem hipóteses; Engajar os estudantes em atividades com alto nível de interatividade; Envolver os educandos em atividades que explicitem a natureza da pesquisa científica; Tornar conceitos abstratos em mais concretos; Fomentar uma compreensão mais profunda dos fenômenos físicos” [Med02].

A ideia da utilização de simulação virtual intitulada “Radioatividade” neste trabalho, possibilita ao estudante fazer relações com os conceitos físicos dos Raios X e provoca-los a participar da próxima etapa da pesquisa com acesso remoto ao aparelho de Raios X para fins educacionais. A história desta simulação é descrita, como um rapaz andando de *skate* que, após

se acidental, necessita fazer exames de radiografia no hospital. Este procedimento da medicina, desperta no garoto o interesse de conhecer melhor esta máquina de Raios X e suas radiações ionizantes. Basicamente, o aluno interage assistindo a simulação e ao final desta, o participante responde a algumas questões.

Citamos alguns links a seguir, como exemplos de simulações virtuais com vários experimentos físicos:

- quimica.seed.pr.gov.br/modules/links/uploads/1/133452001sim_qui_radioatividade2.swf
- <http://fisica.seed.pr.gov.br/modules/links/links.php?categoria=21>
- <http://phet.colorado.edu/en/simulation>
- <http://fritzing.org>

▪ 1.1.4.2 Acesso Remoto

A história do acesso remoto tem suas raízes nas teorias de Maxwell no séc. XIX com suas publicações do eletromagnetismo. Ele resumiu o conhecimento das teorias elétricas e magnéticas que se conhecia em quatro leis, consolidadas como fundamentais da natureza, denominadas como as quatro leis de Maxwell, dando início ao Eletromagnetismo da física clássica. Menezes sintetiza as quatro leis como sendo:

“ - o campo elétrico pode ser criado por carga elétrica ou por corpos eletrizados; - não existe carga magnética; - um campo magnético que varia com o tempo, cria um campo elétrico; - um campo elétrico que varia com o tempo, cria um campo magnético; ” [Men98].

Quando a comunidade científica aceitou as Leis de Maxwell ficou claro a origem das radiações eletromagnéticas por meio do movimento acelerado de cargas elétricas.

Com o aprimoramento e o desenvolvimento da tecnologia, ao passar dos anos no séc. XX contribuíram para a proposta de acesso remoto, os quais podemos destacar a aerofotografia, utilizando balões no início do século, o radar na década de 30, sensores infravermelhos nos anos 40, a corrida espacial em 1957, o surgimento da *internet* nos anos 90 e aparelhos de filmagem, controle remoto de televisores, cursos multimídia do Ensino à Distância (EaD) e hoje em dia nas áreas da saúde, geosensoriamento com satélites, robótica e outros. Definimos aqui, o conceito simples de *internet*, como sendo uma rede de conexão comunicativa mundialmente utilizada, conhecida com *World Wide Web* (WWW).

Citamos alguns links a seguir, como exemplos de laboratórios virtuais de acesso remoto com vários experimentos físicos:

- <http://www.mocho.pt/bandalarga/acessoremoto>
- <http://netlab.unisa.edu.au/index.xhtml>

- <http://interactive.quantumnano.at/letsgo/>

- <http://gt-mre.ufsc.br/>

Em 2001, a expansão dos cursos multimídia impulsionados pelo Ensino à Distância (EaD) favoreceu a criação do projeto NetLab, desenvolvido pelos alunos de graduação de engenharia elétrica da Universidade do Sul da Austrália. Norteando o conceito de acesso remoto como um sistema físico real, situado em um laboratório, para ser controlado remotamente a partir de um dispositivo eletrônico ou computador pessoal, da língua inglesa, *Personal Computer (PC)*, de qualquer outro lugar com acesso à *internet*. Nos laboratórios remotos, as imagens são em tempo real ilustrando instantaneamente o que está acontecendo, no momento em que a experiência está sendo realizada remotamente. As vantagens destes laboratórios é a de se poder realizar experiências em casa, na sala de aula ou em outros locais sem grande custo. O acesso remoto serve para um *PC* ou dispositivo eletrônico móvel controlar as funções de outro, por meio de um programa de acesso remoto baixado e com conexão à *internet*. Também, pode ser utilizado apenas para acessar arquivos ou uma câmera digital ou impressoras conectadas. O experimento ocorre em um espaço físico definido, usando equipamentos e instrumentos, como se fosse uma continuação do laboratório real [Lop07], podem receber interações via *web*, alterando e manipulando alguns parâmetros da experiência.

Estes estudos sobre laboratórios de aprendizagem remotamente, ainda estão em ascensão, por isso, existe uma preocupação com a qualidade deste ensino, como diz [Nic06], há controvérsias em cursos sobre a eficácia dos laboratórios remotos em entregar resultados de aprendizagem e seus efeitos globais sobre a experiência dos alunos. O mesmo autor ainda afirma, que os laboratórios remotos atuais apenas representam versões remotas dos laboratórios tradicionais e alguns pesquisadores comparam os resultados obtidos entre os laboratórios sem distinção. O autor critica a falta de uma padronização do nome da técnica: "Labs Web, WebLabs ou laboratórios de aprendizagem distribuída, Objetos de Aprendizagem Reais".

Vamos citar agora, alguns exemplos de laboratórios remotos no Brasil e no exterior. Uma parceria entre a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e o Telescópio Southern Observatory for Astrophysical Research (SOAR) foi firmada com a finalidade de aumentar as pesquisas, as transferências de grandes arquivos, a realização de tarefas por controle remoto e as trocas de informações astronômicas entre o Brasil e o Chile [FAPESP - conexão 2016].

O físico e professor L. F. Lopez, da Universidade de São Paulo (USP), coordenador do Programa Tecnologia da Informação no Desenvolvimento da *Internet* Avançada (Tidia⁹) da

⁹ O sistema TIDIA auxilia as atividades de aprendizado eletrônico, oferecendo suporte ao ensino presencial para professores e alunos.

FAPESP, adverte ao fato da baixa conectividade entre São Paulo e Santiago (Chile) limitar o acesso a todas as possíveis atividades de controle remoto. “Por isso, atualmente há grandes esforços para a ampliação do *link* de 155 Mbps entre São Paulo e Santiago para 1,2 Gigabits por segundo (Gbps)”, salientou Lopez (2009) [Lop09]. O mesmo autor, destaca a importância de haver a interligação na comunicação em alta velocidade.

Essa infraestrutura auxilia nos estudos colaborativos entre os cientistas, assim, como a que está em operação no Estado de São Paulo, que usa uma rede de fibra óptica com transmissão igual a 10 Gbps. Logo, a FAPESP ainda tem colaborado com outros projetos como o Kyatera e a rede Academic Network at São Paulo (ANPS). Ao dar apoio a estes projetos, a FAPESP e a Universidade Estadual Paulista (UNESP) formalizaram parceira com a Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear (CERN), contribuindo com “a participação de pesquisadores paulistas no *Worldwide LHC Computing Grid* (WLCG), uma colaboração global que reúne mais de 140 centros de computação científica em 35 países” [FAPESP - Conexão 2016].

Outro exemplo internacional explica Tomandl [Tom15], que testou um ambiente virtual interativo chamado SiReX¹⁰, defendendo a ideia da pesquisa educacional por simulação interativa baseada em um método sistemático flexível e adaptável no processo evolutivo durante a pesquisa, levando o método ao aperfeiçoamento constante, principalmente na valorização dos princípios da prática de aprendizagem. Ele prega que orientar os indivíduos a “pensar em voz alta” em diferentes momentos de desenvolvimento contribui para melhorar a prática de aprendizagem. O projeto dele começou com a experiência de interferômetro, em seguida, para a Difração Molecular, agora conta com vários experimentos e muito deles vistos apenas nos livros didáticos. Porém, alguns educadores testaram apenas o laboratório virtual, outros oportunizaram o primeiro contato experimental virtual e somente depois iniciam com o laboratório real. As avaliações dos educadores do ambiente SiReX auxiliaram na reformulação tornando-o mais autoexplicativo e simples de usar. Sugere ainda fotos realistas combinadas com sons emitidos pelo simulador, tela interativa ou controle remotamente do laboratório atraem mais atenção dos aprendizes. Concluindo o laboratório de SiReX apresenta alto grau de interatividade e possibilita servir vários alunos em diversos cursos à distância de nível médio ou de formação docente, tornando-se uma referência em laboratório remoto. E, portanto, é necessário instalar laboratórios virtuais que abordem experimentos de forma contextualizados com práticas de aprendizagem e método pragmático.

Descrevemos aqui as configurações práticas que orientaram os alunos a simular o controle *online* dos programas propostos nesta pesquisa. Nota-se que esta simulação busca

¹⁰ O novo conceito de ensino, chamado "Experimentos Simulado de Pesquisa Interativa" (SiReX) é descrita em um artigo de acesso aberto na revista *Scientific Reports*.

respostas científica em tempo real para um experimento remoto. Neste trabalho, utilizaremos o programa *TeamViewer* 11 como *software* gratuito de acesso remoto ou transferência de arquivos entre *PC's*. Depois de instalar este programa *TeamViewer* 11 nos *PC's* que deseja utilizar, se faz necessário confirmar a senha gerada em cada um para começar o manuseio do acesso remoto. Em seguida, para realizar o experimento de difração de Raios X, uma equipe de cada vez acessa o programa do aparelho de Raios X, a câmera digital e depois o programa NXT 2.0 do Lego®. Portanto, advertimos neste momento que existe uma preocupação com os dados vulneráveis dos *PC's*, necessitando de uma boa orientação aos educandos para não acessarem pastas e arquivos não pertinentes ao roteiro do mesmo.

1.1.5 Robótica Educacional

A origem da nomenclatura da palavra robô foi intitulada por Karel Capek, um escritor de teatro e novelista tcheco, que em 1920, usou a palavra “robota”, que significava serviço forçado, assim, a conversão para a língua inglesa foi “*robot*” e “robô” para a língua portuguesa [Gro88]. Após várias pesquisas acatamos a definição de Ulrich, sobre o termo “robô”

“ [...] um equipamento multifuncional e reprogramável, projetado para movimentar materiais, peças, ferramentas ou dispositivos especializados por meio de movimentos variáveis e programados, para a execução de uma infinidade de tarefas.” [Ulr87].

O neurofisiologista William Grey Walter (1910-1977), na Figura 1.16, iniciou seus trabalhos de robótica, em meados de 1948, criando robôs com semelhança neural igual a dois neurônios. Ele os chamou de *Machina Spatulatrix*, tinham a habilidade de se mover pelo ambiente inserido usando sensores da luz visível.

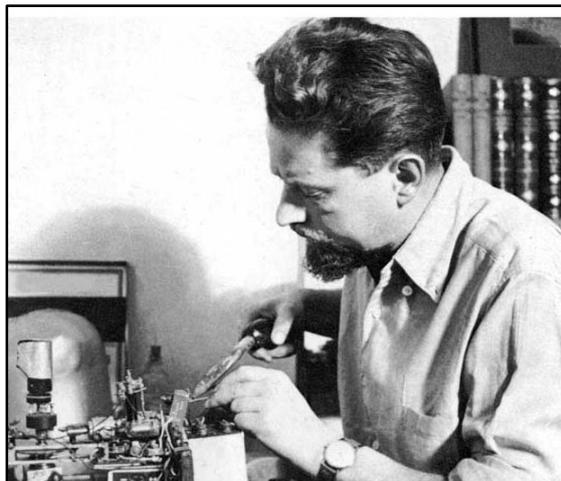


Figura 1.16. W. G. Walter roboticista e neurofisiologista.

Fonte: <http://www.frc.ri.cmu.edu/~hpm/book98/fig.ch2/p018.html>

O idealizador da Robótica Educacional, como instrumento pedagógico aplicado ao ensino de Ciências é Seymour Papert [LEGO 2016]. Ele percebeu que o uso dos computadores poderia ajudar na aprendizagem dos educandos, assim, Papert começou seus projetos nos anos 60, trabalhando com a linguagem LOGO¹¹ aplicado as peças LEGO¹². Dando grande importância na programação educacional, referindo-se a linguagem LOGO, evidenciando a construção e produção do conhecimento verificado nos comandos de movimentação dos componentes robóticos.

Surge, então, a Robótica Educacional seguindo as ideias construtivistas e construcionistas, dando suporte pedagógico para a utilização da robótica como uma excelente estratégia para a construção do conhecimento pelo indivíduo. Segundo Pinto, “é uma atividade desafiadora e lúdica, que utiliza o esforço do educando na criação de soluções, sejam essas compostas por *hardware* e/ou *software*, visando a resolução de um problema proposto” [Pin11]. Portanto, definimos a Robótica Educacional como a atividade de montagem e programação de robôs com o intuito de inferir no processo de ensino aprendizagem. Justifica o emprego da robótica em sala de aula, pois proporciona mais significado às aulas de física, de maneira que o aluno adquira plena compreensão do tópico estudado, bem como perceba a importância dessa ciência em sua vida. Acreditamos que os estudos de metodologias que considerem os conhecimentos prévios possam contribuir para aumentar o interesse e proporcionar aprendizagens mais significativas aos alunos do ensino médio.

É importante escolher o equipamento que mais se encaixa com o projeto de robótica educacional que será aplicado, assim, possibilita “[...] o contato dos alunos com o planejamento, a construção e o controle dos robôs” [Sil09].

Falando em equipamento, este tópico pode ser muito decisivo à implantação de qualquer projeto de robótica educacional nas instituições, pois, envolve a parte financeira. Logo, a maioria das escolas com maiores condições financeiras compram os *kits* de robótica¹³ educacional ou as outras sem muitas condições desenvolve robô, muito mais esforço, a partir de peças de baixo custo, também conhecido como robótica livre ou *hardware* livre¹⁴ (*Open Source Hardware*). Devido ao uso direito de imagem e permissão de *softwares*, assim, o

¹¹ LOGO é uma linguagem de programação voltada para o ambiente educacional e foi desenvolvida no MIT - Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos, desenvolvida por Papert.

¹² LEGO® é uma empresa dinamarquesa que produz blocos de montar utilizados em diversos projetos de robótica educacional. Informação disponível em: <http://aboutus.lego.com/es-ar/default.aspx>.

¹³ *Kits* de robótica: é um conjunto de peças compostos por controladores, sensores, atuadores e peças para práticas de robótica, sendo este criado por uma empresa que detém os direitos sobre o produto e sua distribuição e/ou replicação é feita mediante pagamento de licença de uso.

¹⁴ *Open Source Hardware* (OSHW) é um termo para artefatos tangíveis cujo design foi disponibilizado ao público de modo que qualquer um pode construir, modificar, distribuir e utilizar estes artefatos. (*FREEDOM DEFINED*, 2011)

hardware livre está disponível como modelo para construção na *internet*, como por exemplo, a plataforma Arduíno e o *Gogo Board*. Nos dias de hoje, existe uma grande variedade de produtos de robótica para aplicação educacional, com qualidades excelentes e com funções de inovação tecnológica, assim, esses produtos são denominados *kits* de robótica educacional para alunos interagirem. Por outro lado, os professores que desenvolvem robótica educacional também devem receber formação para tal, caso contrário boa parte desta tecnologia educacional ficará ociosa. Citaremos alguns *kits* comerciais, sem muitos detalhes a todos, porém, na secção seguinte falaremos do *kit* utilizado neste trabalho: LEGO Mindstorms, Modelix, PNCA alfa, Fischertechnik, Vex Robotics Design System, Edutec, Robokit, Curumim e outros.

1.1.5.1 Linguagem LEGO

A linguagem Logo, como aplicação da informática na educação baseada na “Filosofia Logo” das escolas foi desenvolvida no final dos anos sessenta, pelo professor Seymour Papert, fundador do laboratório de inteligência artificial do MIT (Massachusetts Institute of Technology). Em parceria com a empresa dinamarquesa Lego, criou o brinquedo Lego-Logo, introduzindo a robótica para as crianças usando sensores, motores e engrenagens adaptando aos tradicionais blocos de construção, criando infinitas possibilidades de controle pela criança ao robô por meio de programas simples em Linguagem Logo.

Neste trabalho utilizou-se o *kit* Lego Mindstorms NXT. A palavra Mindstorms é um neologismo das palavras inglesas *mind* (mente, intelecto, inteligência) e *storms* (tempestade, paixão). Termo este que surgiu no primeiro livro Papert sobre a educação com computadores, em 1980, intitulado *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*. Este termo é facilmente relacionado ao termo *brainstorm* (tempestade cerebral) muito empregado em instituições corporativistas buscando um estado emocional que resulta em um momento de trabalho intelectual produtivo [Cys99]. E a sigla NXT, representa a proximidade da interação entre a máquina e o ser humano, do inglês significa, próximo.

A empresa Lego criou o setor ZOOM EDUCATION, responsável pelo Lego Mindstorms no Ensino da Física a partir dos *kits* programáveis compostos de blocos de encaixe de várias cores e tamanhos, como já foi citado, contém: motores, sensores, engrenagens e os blocos. Papert acreditava na Teoria Cognitiva de Piaget e segundo o Modelo LEGO de Educação Tecnológica:

“à meta principal da educação é criar homens que sejam capazes de fazer coisas, não simplesmente de repetir o que outras gerações fizeram... Homens que sejam criativos, inventivos, que descubram”. Papert amplia a teoria dizendo que “o que aprendemos fazendo fica muito mais enraizado no subsolo

de nossa mente do que qualquer coisa que uma pessoa possa nos ensinar falando.” [LEGO 2016].

Concluindo, o Modelo LEGO inclui atividades lúdicas que irá proporcionar aos educandos os conhecimentos práticos da tecnologia partindo da primícia do aprender a fazer, aprender a conviver, aprender a conhecer e o aprender a ser. Os desafios hoje da educação consiste em uma nova forma de avaliar o potencial de cada ser humano, um modelo que capacite o aluno a resolver problemas. “Assim, no Modelo LEGO, os procedimentos de avaliação estão ligados às ideias de mediação, processo, observação, desenvolvimento de competências, autoavaliação e avaliação por meio de instrumentos diversificados [LEGO 2016].

Neste trabalho, aproveitamos o conhecimento sobre LEGO® Mindstorms da *Lego Zoom Education* adquirido à alguns anos de prática em sala de aula, para desenvolver um protótipo robótico capaz de girar alguns filtros metálicos dentro do aparelho de raios X. Portanto, utilizamos o *Kit* LEGO® MINDSTORMS, como mostra a Figura 1.17.



Figura 1.17. *Kit* da LEGO® Mindstorms [LEGO 2016].

O *Kit* da Lego® Mindstorms¹⁵ contém as seguintes especificações, *Kit* Base 9797 e é composto por 431 peças: 3 servomotores, 4 sensores (toque, som, luz e ultrassom), 7 cabos para conexões com motores e sensores, um cabo para interface USB, o *Brick* Inteligente NXT (cérebro), este é o corpo e cérebro central do robô, bateria recarregável 3,4 Volts, base giratória, rodinhas com pneus e várias peças conhecidas como Lego Technic, como blocos, vigas, eixos, rodas, engrenagens e polias. O *kit* Lego®, em 2006, foi chamado para o tijolo Lego® NXT, também conhecido como tijolos programáveis. Neste trabalho enfocamos o servomotor, este

¹⁵ O preço do NXT MINDSTORMS varia próximo de R\$ 2.100,00 a 3.300,00 (disponível em: <<http://www.wskits.com.br/lego-9797>> Acesso em outubro 2016.

recurso auxilia no movimento angular de forma reprogramável, possibilitando ao usuário fazer várias combinações de movimento e testes.

▪ 1.1.6 Sequência Didática

As questões pedagógicas do nosso trabalho estão focadas na Sequência Didática (SD) e na Teoria de Aprendizagem de David Ausubel.

Esta SD foi desenvolvida para aplicação das TIC's no Ensino Médio, sendo esta intervenção pedagógica uma proposta de ensino metodológica com o intuito de ministrar o conteúdo de Raios X, está organizada com algumas atividades de aprendizagem, que envolvem atividades de fixação com uso de recursos didáticos e como avaliação a confecção de mapas conceituais. Esperamos que esta SD possa ser útil aos professores de física nas aulas de FMC e Raios X ou para aqueles que quiserem adaptar para outros conteúdos.

Concordando com Zabala (1998), as intenções pertinentes de uma sequência didática devem ser:

- “- Que permitam determinar os conhecimentos prévios dos estudantes em relação aos conteúdos de aprendizagem.*
- Cujos conteúdos são significativos e funcionais para os alunos.*
- Que representem um desafio alcançável para os estudantes, que os faça avançar com a ajuda necessária.*
- Que provoquem conflito cognitivo, de forma a estabelecer relações entre os novos conteúdos e os conhecimentos intuitivos dos estudantes.” [Net10].*

Vemos nesta fala de Zabala que ao realizar uma proposta de ensino aprendizagem é importante a intencionalidade da SD relacionada com as atitudes do professor em querer promover uma formação cidadã mais completa e emancipadora dos educandos. Assim, uma SD terá um valor educacional, desde que esta apresente atividades que se relacionam capazes de melhorar o meio do educando [Net10].

Portanto, uma SD é definida por Zabala (1998) como sendo “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”. Neto (2010) ainda afirma que deve apresentar os objetivos pautados na aprendizagem significativa, o nível de ensino onde será aplicada e as etapas, como: a sondagem dos conhecimentos prévios, a apresentação, a contextualização, a análise, a discussão dos desafios e a avaliação de suas possíveis soluções.

Nossa proposta de ensino sobre os Raios X no Ensino Médio, está organizada estrategicamente partindo de um ponto desencadeador conhecido pelos alunos, segundo Elio Ricardo (2010), os exames de Raio-X.

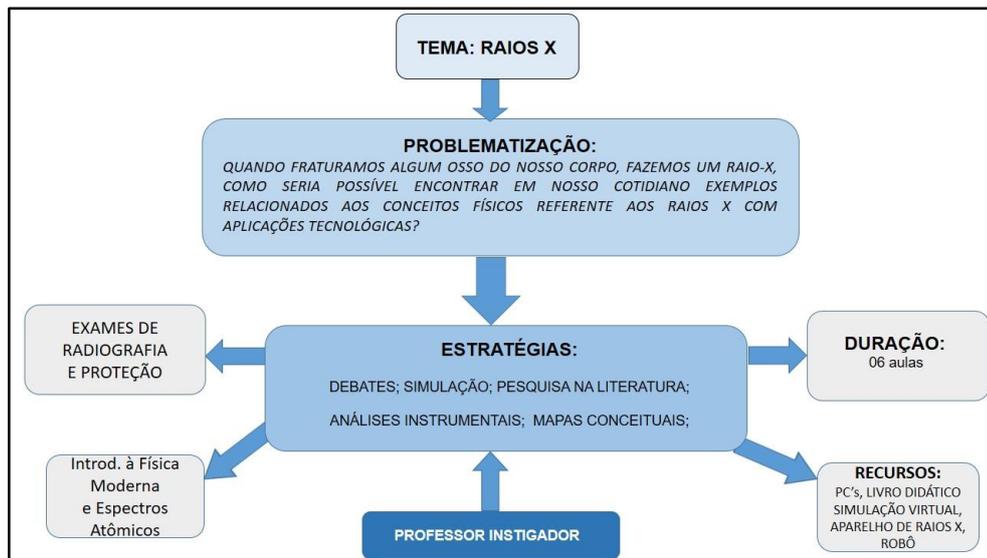


Figura 1.18. Esquema desta Sequência Didática.

Fonte: arquivo pessoal do autor.

Este assunto possibilita várias formas de se trabalhar, mas, escolhemos algumas atividades após a sondagem dos conhecimentos da turma do terceiro ano do EM. As atividades são: os debates, as pesquisas, as interações dos educandos com as mídias e, como forma de avaliação, os mapas conceituais, conforme mostra a Figura 1.18.

Relacionando a robótica educacional com a aprendizagem, na próxima seção falaremos sobre a Teoria de Aprendizagem Significativa.

▪ 1.1.7 Teoria de Aprendizagem de David Ausubel

Consideramos neste trabalho que os conceitos de Raios X e a introdução à FMC na escola devem ser discutidos e ministrados com mais ênfase, principalmente, nos fatores sociais escolhidos para esta pesquisa, e que assim, a tecnologia moderna possa fazer mais sentido cientificamente na vida destes educandos, ao invés da tecnologia de ser um mero objeto de uso. Logo, analisamos que os resultados obtidos nesta pesquisa devem ser interpretados por uma teoria de aprendizagem, buscando almejar um entendimento científico em uma área tão complexa, portanto, foi empregada a *teoria de aprendizagem significativa* de Ausubel¹⁶.

David Paul Ausubel (1918-2008) de perfil na Figura 1.19, foi um dos maiores psicólogos da educação do norte estadunidense, descente de judeus, e por isso, sofreu desconsideração pelos educadores devido a sua história pessoal.

¹⁶ David Paul Ausubel (1918-2008), nascido em Nova Iorque, nos Estados Unidos, teve formação em medicina psiquiátrica, mas dedicou parte de sua vida acadêmica à psicologia educacional[Sil15].

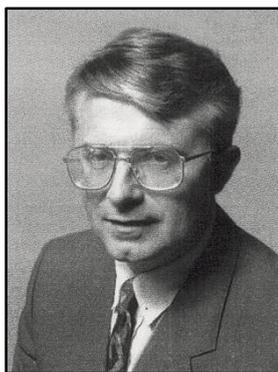


Figura 1.19. Psicólogo Educacional D. P. Ausubel.

Fonte: <http://novaescola.org.br/conteudo/262/david-ausubel-e-a-aprendizagem-significativa>

Ficou famoso em 1963, quando escreveu sua teoria sobre a Aprendizagem Significativa questionando os conceitos dominantes da teoria behaviorista¹⁷, onde o todo o conhecimento vem apenas do meio que o sujeito está inserido, o saber estudantil não era considerado e só aprenderiam o que fosse ensinado.

Moreira, sobre esta teoria de aprendizagem significativa, também diz que “a aprendizagem é um processo que envolve a interação da nova informação com os conhecimentos que o indivíduo possui em sua estrutura cognitiva” [Mor99]. David Ausubel é um dos representantes do cognitivismo que se destaca, propondo conceitos teóricos convincentes a respeito do processo de aprendizagem, evidenciando à aprendizagem pela organização hierárquica das informações na estrutura cognitiva do discente [Zomp10].

Segundo Ausubel, a aprendizagem é um processo onde a escolinteração de uma nova informação explorada se relaciona com a estrutura cognitiva do aluno. Dessa forma, o conhecimento prévio do indivíduo deve ser sempre considerado como ponto de partida para um novo conhecimento. A aprendizagem irá acontecer quando a nova informação se ancorar nos conceitos relevantes, já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz que encontra significado no que está para ser apreendido. Logo, o autor chama de *subsunçores*¹⁸ de aprendizagem ou pontos de ancoragem, ocorrendo a interação entre o novo e o que o aluno já conhece. Se o aprendiz encontra sentido no que se aprende, podemos dizer que isto auxiliará na aprendizagem significativa, pois, a nova informação apresenta potencial para ser apreendida e fatores que ajudam nas relações entre o “novo” conceito com o “velho”. Moreira (1991) afirma que cada aluno apresenta uma certa preferência por determinados conteúdos que lhe convêm ter significado, ou não, para si, e encontrando sentido no que está aprendendo, por isso, a necessidade de se resgatar os conhecimentos prévios dos educandos.

¹⁷ Do inglês: Behaviorism, de behavior = comportamento, conduta.

¹⁸ Subsunçor ou ancoragem: termo batizado por Ausubel para definir o conhecimento prévio do aprendiz.

Então, apontamos que é muito importante no processo de aprendizagem identificar o que o aprendiz já sabe, como afirma Ausubel: “[...] o fator isolado mais importante que influencia o aprendizado é aquilo que o aprendiz já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo” [Aus68].

Em se tratando de Aprendizagem Escolar, para Ausubel, é necessário distinguir os principais tipos de aprendizagem, ou seja, a aprendizagem automática e significativa, formação de conceito, solução de problemas verbais e não verbais. Porém, estas aprendizagens estão limitadas entre si, chamado pelo autor como processos decisivos que atravessam esses tipos de aprendizagem escolar. Então, podemos destacar a aprendizagem por recepção¹⁹ e aprendizagem por descoberta²⁰, e sem nos esquecermos, a automática (memorização) e a significativa. Vale ressaltar que as informações que o aluno adquire são provenientes de dentro e de fora da escola, representadas pela descoberta. E como a maioria do material de aprendizagem é revelada aos educandos de forma receptiva verbal, pela lógica, a aprendizagem seria automática, entretanto, ela pode demonstrar uma aprendizagem significativa mesmo sem uma experiência prévia não verbal [Aus68].

Por exemplo, a aprendizagem por recepção ou por descoberta é definida como sendo o conhecimento A. Em seguida, o professor transmite uma nova informação, aqui denominada conhecimento B. Neste momento, conhecimento A tenta fazer relações com o conhecimento B, por meio dos subsunçores, ou seja, o subsunçor ajuda na ancoragem da nova informação à preexistente, ocorrendo de forma não arbitrária. Além disso, a aprendizagem deve ocorrer de forma hierárquica, onde o novo conceito se amontoa ao conceito preexistente e juntos formem um novo conhecimento proveniente de A e B, ampliando a base do conhecimento permanente, agora chamado de A'B', como podemos observar na Figura 1.20.

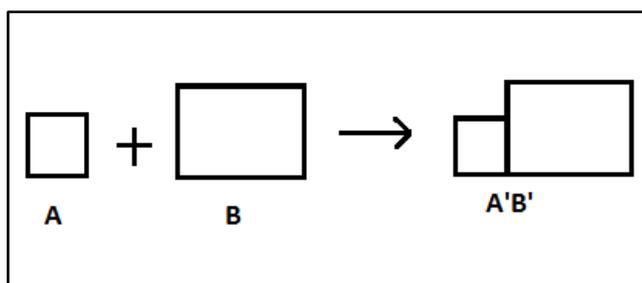


Figura 1.20. Representação da junção entre o subsunçor e o novo conhecimento.

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

O mesmo autor esclarece as formas que podem ocorrer as relações. Logo, a estrutura cognitiva procura organizar os conhecimentos permanentes de forma hierárquica. Diante disso,

¹⁹ Aprendizagem por meio da memorização.

²⁰ O aprendiz procura descobrir o conteúdo a ser dado antes do conceito ser apreendido pela estrutura cognitiva.

a Tabela 1.3 informa os tipos de aprendizagem baseadas nas relações entre o conhecimento novo incorporado ao conhecimento prévio com a ajuda dos subsunçores.

Tabela 1.3. Resumo dos quatro tipos de Aprendizagem.

TIPOS DE TEORIA DE APRENDIZAGEM	
REPRESENTACIONAL	Símbolos ou palavras
PROPOSICIONAL	Significado dos símbolos e palavras
SUBORDINADA	Hierarquia do conhecimento - subsunçor
SUPERORDENADA	Nova informação possui uma relação de maior abrangência

De acordo com Ausubel (1982) “o educando não modifica os seus conhecimentos de maneira simples, é necessária uma reflexão específica sobre o que ensinar e o porquê ensinar, e não apenas transferir conceitos ou oportunizar princípios extraídos de outras situações ou contextos de aprendizagem” [Mor99]. Haja visto que é muito importante a intenção do educador no processo ensino aprendizagem, apresentando um perfil de instigador e facilitador mediando o saber fazer e o conhecimento, com planejamento do trabalho docente.

Portanto, a teoria apresentada é complementada pelos mapas conceituais apresentados na seção 1.1.7.1, corroborando com os objetivos deste trabalho de pesquisa.

1.1.7.1 Mapas Conceituais

A teoria dos mapas conceituais, proposta por Novak²¹ e a teoria do diagrama V de Gowin, estão sustentadas na teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, sendo estes apresentados como estratégias ou ferramentas desenvolvidas a partir da teoria de Ausubel (1963, 1968, 2000) [Sil15]. Moreira, resume e esquematiza, duas visões semelhantes da aprendizagem significativa, as visões humanista de Novak e a interacionista social de Gowin²², sendo possível visualizar na Figura 1.21.

Como podemos perceber Ausubel nunca falou sobre Mapas Conceituais em sua teoria de aprendizagem, portanto esta é uma técnica elaborada por Joseph Novak e seus auxiliares na Universidade de Cornell, nos Estados Unidos. Os mapas conceituais são diagramas que

²¹ Joseph Novak, professor da Universidade de Cornell, deu continuidade ao desenvolvimento da teoria de aprendizagem significativa de Ausubel (1963, 1968, 2000), implantando o sistema de mapas conceituais.

²² D. B. Gowin, desenvolveu a teoria do Diagrama V em 1988, sendo um bom substituto dos relatórios experimentais.

estabelecem relações entre conceitos, também são chamados de mapas de conceitos, usando algumas regras e figuras geométricas, como por exemplo, elipses, retângulos e círculos ligados com um traço entre si. Como descreve Pereira [Recursos de Física – Mapa 2016]:

“O fato de dois conceitos estarem unidos por uma linha é importante porque significa que há, no entendimento de quem fez o mapa, uma relação entre esses conceitos, mas o tamanho e a forma dessa linha são, a priori, arbitrários. Mapas Conceituais devem ser explicados por quem os faz; ao explicá-lo, a pessoa externaliza significados. Reside aí o maior valor de um mapa conceitual. É claro que a externalização de significados pode ser obtida de outras maneiras, porém mapas conceituais são particularmente adequados para essa finalidade”.

Além disso, embora possam ser usados para dar uma visão geral do tema em estudo, é preferível usá-los quando os alunos já têm uma certa familiaridade com o assunto, de modo que sejam potencialmente significativos e permitam a integração, reconciliação e diferenciação de significados de conceitos (Moreira, 1980, 2010).

Um exemplo de mapa conceitual foi desenvolvido por Moreira, plotado na Figura 1.21, ajuda a esclarecer as relações entre duas vertentes muito discutidas, a aprendizagem significativa e os mapas conceituais. Moreira reuniu as teorias da Aprendizagem Significativa (Ausubel), Mapas Conceituais (Novak), Diagrama V (Gowin), Visão Crítica (Moreira) e as Teorias Compatíveis (Vergnaud, Johnson-Laird, Perrenoud) em um Mapa Conceitual integrador e sugerindo uma estratégia para diagrama conceitualmente todas essas teorias e compatibilidades, afirma Moreira.

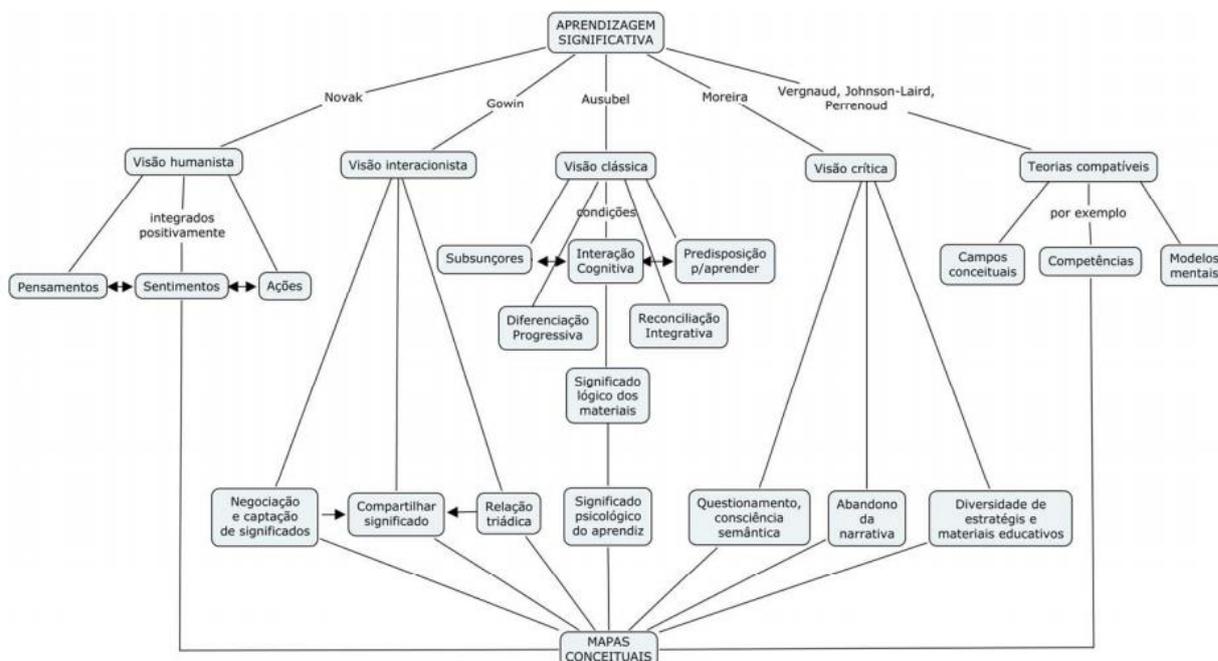


Figura 1.21. Mapa Conceitual integrador das teorias de aprendizagem.

No presente trabalho, propomos a utilização de dois mapas conceituais, um contendo os conhecimentos prévios dos alunos e o outro após a aplicação do produto educacional, como forma de avaliação da aprendizagem com o intuito de ver uma melhora na organização conceitual dos conhecimentos ministrados. Todavia, esta técnica não tradicional de avaliação procura dados significados e relações significativas entre o que se ensina e o que se aprende.

Capítulo 2

Desenvolvimento do Produto Educacional

Neste trabalho de pesquisa nosso foco principal é a utilização do acesso remoto ao aparelho de raios X da UEM, com aplicação no Ensino Médio da rede pública. Aqui definimos nosso Produto Educacional como sendo composto por uma sequência didática, aplicada em sala de aula e o uso da Robótica Educacional.

Assim, apresentamos nesta seção, os materiais e a montagem experimental. Neste sentido, a pesquisa possui alguns pontos norteadores:

- Eixo tecnológico: oportunizando o manuseio do aparelho de Raios X via acesso remoto para analisar a Difração de Raios X e com um trocador de filtros metálicos robótico construído com peças do *kit* Lego Mindstorms®;
- Eixo científico: Verificar experimentalmente a relação Tensão versus Raios X e comprovar qual metal bloqueia melhor os Raios X;
- Eixo pedagógico: com foco na aprendizagem dos educandos com aplicação da Teoria da Aprendizagem Significativa.

Este produto educacional, pretende explicar como usar a sequência didática deste trabalho, especificamente sobre as possíveis análises de um espectro de raios X por meio de gráficos a partir de amostras cristalinas com e sem filtros metálicos, e se os mapas conceituais revelam bons resultados nesta área da ciência. E o desenvolvimento de duas hipóteses propostas inicialmente:

- Hipótese I:

“Como seria possível, com a aplicação da Sequência Didática e a Robótica Educacional manusear o aparelho de Raios X, e assim, consolidar o acesso remoto nas aulas de física e tornando-as mais interessantes pelos alunos?”

- Hipótese II:

“Quais perspectivas poderiam ser discutidas na aprendizagem significativa do educando, após produzirem Mapas Conceituais destacando os conceitos físicos de Raios X e suas aplicações tecnológicas?”

A pesquisa ocorreu no Colégio Estadual Dr. José Gerardo Braga, da rede pública, localizada no bairro Zona-06 da cidade de Maringá-Pr. Foi desenvolvido com vinte e um (21) alunos de uma turma do Terceiro Ano do EM, possibilitando a formação de cinco (05) equipes de trabalho. Apesar de estudarem em um colégio próximo ao centro, a maioria destes moram em bairros da periferia. O desenvolvimento do trabalho foi aplicado no horário normal das aulas

durante três semanas, do segundo semestre do ano letivo de 2016, da disciplina de Física, com duas aulas semanais, como consta na Grade Curricular do Estado do Paraná.

O projeto mostrou-se atrativo para os alunos, pois tratam-se de aulas diversificadas com simulação nos *PC's*, pesquisa em livro, experimento com máquina de raios X e mapas conceituais, portanto, todos os alunos da turma participaram. Como o pesquisador deste trabalho também é o professor regente da turma, ficou mais claro reconhecer quais alunos tem maior ou menor afinidade com a disciplina de física.

2.1 Materiais Utilizados

A aplicação deste trabalho está dividido em dois momentos. O primeiro sem a ajuda da Robótica, conecta-se à *internet* por meio dos programas computacionais e usando o acesso remoto para manusear o aparelho de Raios X, para tanto, utiliza-se:

- *PC's*;
- Cabos USB;
- Aparelho de Raios X “X-ray Expert 4.0” (PHYWE);
- Programas Computacionais (*softwares*):
 - *TeamViewer* 11;
 - MINDSTORMS NXT 2.0 (LEGO®);
 - Ivideon;
 - Windows 10 ou Linux;
 - *internet*;
 - Measure X-ray Expert 4.0 (PHYWE);

Os programas computacionais (*TeamViewer* 11, Ivideon, Measure X-ray Expert 4.0 e MINDSTORMS NXT 2.0) são gratuitos para “baixar” (*download*) e de fácil acesso na *internet*, em seus respectivos sites e também necessitam ser instalados nos *PC's* antes da utilização do acesso remoto.

O aparelho de Raios X que foi utilizado neste trabalho é da marca PHYWE, modelo X-ray 4.0 Expert, visualizado na Figura 2.1. Sucintamente, seu funcionamento é iniciado na lâmpada de Tungstênio (W) ao receber uma alta tensão, os elétrons são acelerados do cátodo em direção ao ânodo, neste polo ocorre o freamento dos elétrons devido a colisão com o alvo de Tungstênio (W), liberam uma onda eletromagnética por meio da janela, também conhecida como fótons de Raios X, que incidirá sobre o Cristal LiF e se espalhará com uma certa intensidade dependendo do ângulo com ajuda do Goniômetro, obedecendo a Lei de Bragg (Equação 2).

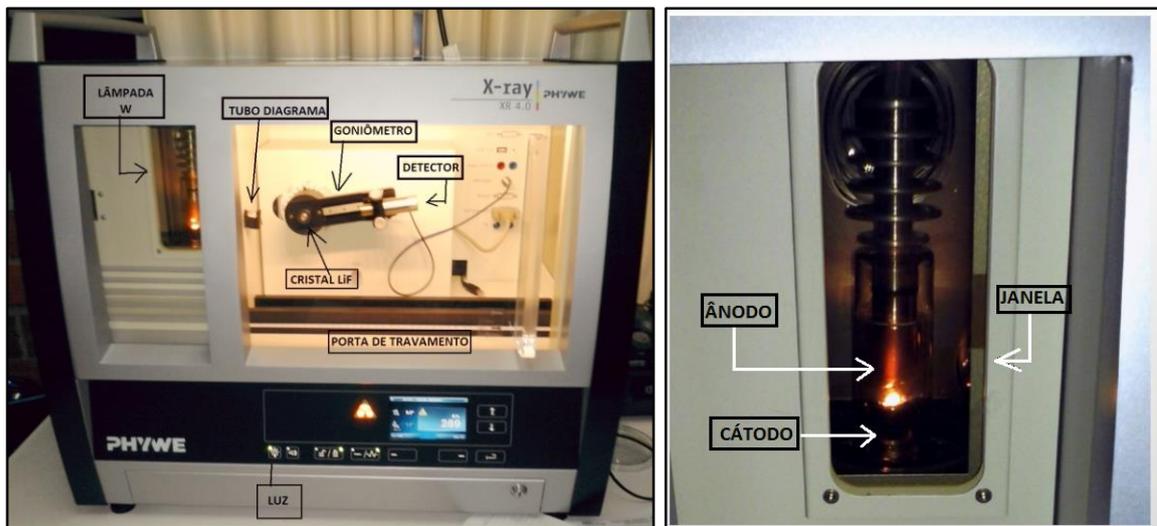


Figura 2.1. Aparelho X-ray 4.0 Expert da marca PHYWE e a Lâmpada de Tungstênio (W).

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Na Figura 2.1 vemos o TUBO DIAGRAMA com três opções de fendas do feixe de Raios X, que são de 1 mm, 2 mm e 3 mm. Ainda na mesma figura, descrevendo a máquina de Raios X, existem duas possibilidades de varreduras, ou seja, pode-se utilizar o GONIÔMETRO, para varia os ângulos do CRISTAL ou DETECTOR. E também tem-se a opção de mover apenas um e mantendo o outro fixo. Experimentalmente, optamos por deixar o detector fixo e variar apenas o ângulo do cristal de LiF. Devido ao freamento dos elétrons é comum a lâmpada aquecer bruscamente, assim, faz-se necessário a refrigeração para não sobreaquecer o aparelho.

Pensando em analisar a forma de absorver o feixe de raios X, ou seja, verificar se o elemento químico Chumbo (Pb), realmente, é indicado para filtrar os raios X, propomos o posicionamento de metais entre a amostra cristalina de LiF e o detector. Assim, um dos procedimentos experimentais deste trabalho é mensurar a intensidade de absorção do feixe de raios X por filtros metálicos experimentalmente, como por exemplo, o Cobre (Cu), o Chumbo (Pb), o Níquel (Ni) e o Estanho (Sn). Logo, devido as diferentes densidades dos metais pode-se verificar o quanto cada metal absorve à passagem dos fótons de raios X.

E em um segundo momento, que é o Produto Educacional desenvolvido, um trocador de filtros metálicos robótico. Foram confeccionados dois modelos de trocadores de filtros metálicos, com as peças do *kit* da Lego® Mindstorms. Logo, a lista de materiais está discriminada na Figura 2.2 tem-se o registro visual.

Materiais para o trocador de Filtros metálicos com o Kit de Lego® Mindstorms

- 05 peças Lego (02 rodinhas, 01 eixo, 02 fêcho);
- 01 Cérebro NXT;
- 01 Bateria recarregável;

- 02 Placas de Acrílico para prender as amostras;
- 01 Cabo USB;
- 01 Cabo Conexão Dial;
- 01 Garra Metálica para prender o motor;
- 01 Suporte Universal;
- 04 Placas Metálicas (filtros):
 - com 0,025mm de espessura: Cu, Ni, Sn
 - com 2,0 mm de espessura: Pb



Figura 2.2. Materiais utilizados em conjunto com o *Kit* Lego®.

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

2.2 Montagem Experimental

Informamos nesta seção, como foi feita a montagem dos materiais e discutiu-se alguns pontos pertinentes a construção. A princípio montou-se o robô apenas com peças Lego, introduziu-se no aparelho de Raios X, podendo ser observado na Figura 2.3. E após alguns testes, decidiu-se melhorar a parte do trocador de filtros metálicos de absorção utilizando-se o material acrílico em conjunto com as peças do *kit* Lego® Mindstorms.

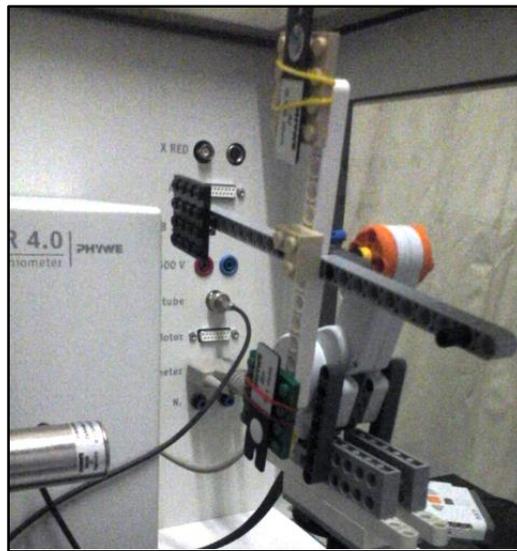


Figura 2.3. Trocador de Filtros utilizando o *Kit* da Lego® Mindstorms.

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

No primeiro momento, a construção do trocador de filtros metálicos, utilizamos um *Kit* da Lego® Mindstorms encaixando as peças blocos até o formato desejado, por tentativa e erro, testa-se dentro da máquina de raios X. Quando, nota-se um modelo compatível com os movimentos da máquina, fecha-se a porta da máquina do Raios X e liga a radiação para testagem do robô e os resultados obtidos são percebidos nos gráficos.

Nosso trabalho difere de outros semelhantes, pois, acoplamos o robô com o servomotor dentro da máquina de raios X para girar o trocador de filtros metálicos. O robô pode ser montado e adaptado dentro da máquina usando apenas peças Lego, conforme Figura 2.4 ou, criativamente mais estético, pode-se acrescentar uma placa de acrílico em formato circular, tal que, possa prender as placas metálicas, como mostra a Figura 2.5.

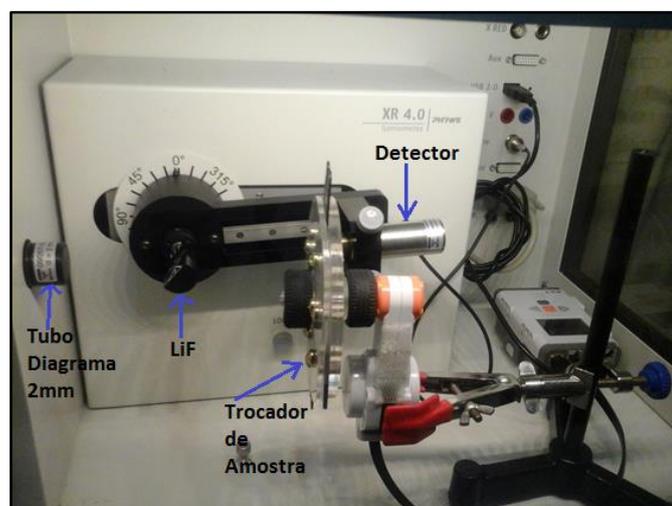


Figura 2.4. Robô usando apenas peças Lego e o trocador de Filtros feito de acrílico.

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

As três placas metálicas, de cobre (Cu), níquel (Ni) e estanho (Sn), vieram junto com o Aparelho de Raios X. As placas metálicas foram medidas, apresentando as seguintes dimensões: 49 mm de altura, 15 mm de largura, 1mm de espessura. A parte principal a ser analisada, também chamada de filme metálico, apresenta 0,025 mm. A placa de chumbo (Pb), doada pelo Laboratório de Raios X (UEM), foi confeccionada na oficina “Laboratório de Desenvolvimento Mecânica e Engenharia”, coordenada pelo Téc. Marcio, nas dimensões de 49 mm, 15 mm e 2 mm de espessura, sendo esta uma peça inteira de Chumbo, a qual é possível de ser observada na Figura 2.5.

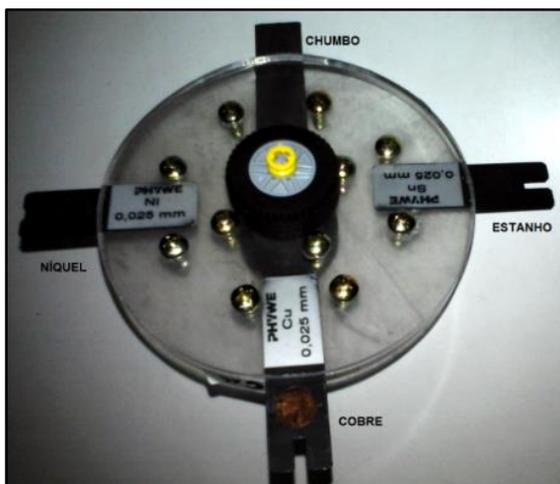


Figura 2.5. Trocador de filtros metálicos feito de acrílico e peças Lego.

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Agora, com o trocador de filtros metálicos pronto, podemos principiar a montagem para o acesso remoto. A montagem é simples, basta conectar os cabos USB que interligam as máquinas *PC's*, Câmera Digital e o aparelho de raios X.

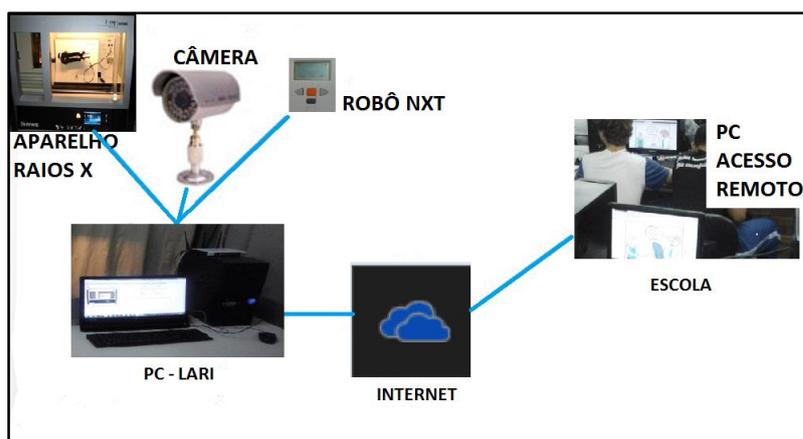


Figura 2.6. Esquema de montagem da conexão entre os aparelhos.

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Obedecendo aos seguintes procedimentos: - usar o PC do LARI (laboratório) conectado à *internet* e conectar neste *PC* os demais dispositivos, o trocador de filtros com peças do robô Lego, o Aparelho de Raios X e a Câmera Digital.

- na escola, deve-se conectar o PC à *internet*, como observa-se na Figura 2.6 a seguir. Em seguida, iniciar os programas para começar as atividades experimentais.

Uma ferramenta importante neste trabalho é a *internet*, ela precisa apresentar uma conexão estável e de banda larga com alta velocidade.

2.3 Experimentando o Produto Educacional

Depois de montado o robô trocador de filtros metálicos, instalados os programas, de posse das senhas de cada *PC* e conectados os dispositivos eletrônicos à *internet*, testou-se várias vezes os procedimentos abaixo.

I - PROCEDIMENTO: Passos para o acesso remoto

Os programas necessários para o acesso remoto são: *TeamViewer* 11, *Measure X-ray*, *NXT Mindstorms* e o *Ivideon*, como mostra a Figura 2.7. Depois de agendar um horário disponível com aparelho de Raios X ligado, conectou-se ao programa de acesso remoto: *TeamViewer* 11 já instalado.

Acessando o *TeamViewer* 11 como sendo o acesso remoto;

Em seguida o *Measure X-RAY* para controlar o Aparelho X-RAY EXPERT 4.0;

E o *NXT 2.0 Programming* para controlar o robô LEGO e girar os filtros metálicos dentro do aparelho de raios X;



Figura 2.7. Programas computacionais utilizados.

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Os aparelhos X-Ray Expert 4.0, computador do LARI, câmera de vídeo e Robô Lego NXT estarão ligados, bem como a porta de radiação travada aparelho X-ray Expert 4.0.

II - PROCEDIMENTO: Realizando o Experimento

1ª ETAPA: SEM ROBÔ NXT

i. Inicie o programa "Measure" com o Aparelho X-RAY ligado. Verifique se a luz está acesa.

ii. Verificar se a alta tensão está em $U = 35,0$ kV e a emissão de corrente $I = 1,00$ mA.

Configuração do Goniômetro, conforme Figura 2.9:

CRISTAL: LiF – Ângulo de arranque 0° . E ângulo de paragem 50° .

MODO: Detector fixo em 4° Ângulo do Cristal = em 0° .

ABSORVEDOR: Sem o Níquel (Ni).

- a largura por passo angular $\Delta\beta = 1$ (INCREMENTO DO DETECTOR).

- o tempo por passo angular $\Delta t = 1$ s (TEMPO DE INTEGRAÇÃO).

iii. Pressione a tecla MODO - para o Cristal, definir o valor do limite angular inferior e superior em 0° e 50° respectivamente.

iv. Pressione a tecla INICIAR MEDIDAS “BOLA VERMELHA”. Durante as medidas observe as imagens do Goniômetro por meio do programa de vídeo em tempo real, o Ivideon.

v. Quando a medição terminar, ou seja, depois de colher os dados, selecione “Enviar todos os dados para medir” no computador do LARI.

vi. Extrair da tabela os ângulos onde ocorreram os maiores picos de ABS e aplicar na Lei de Bragg.

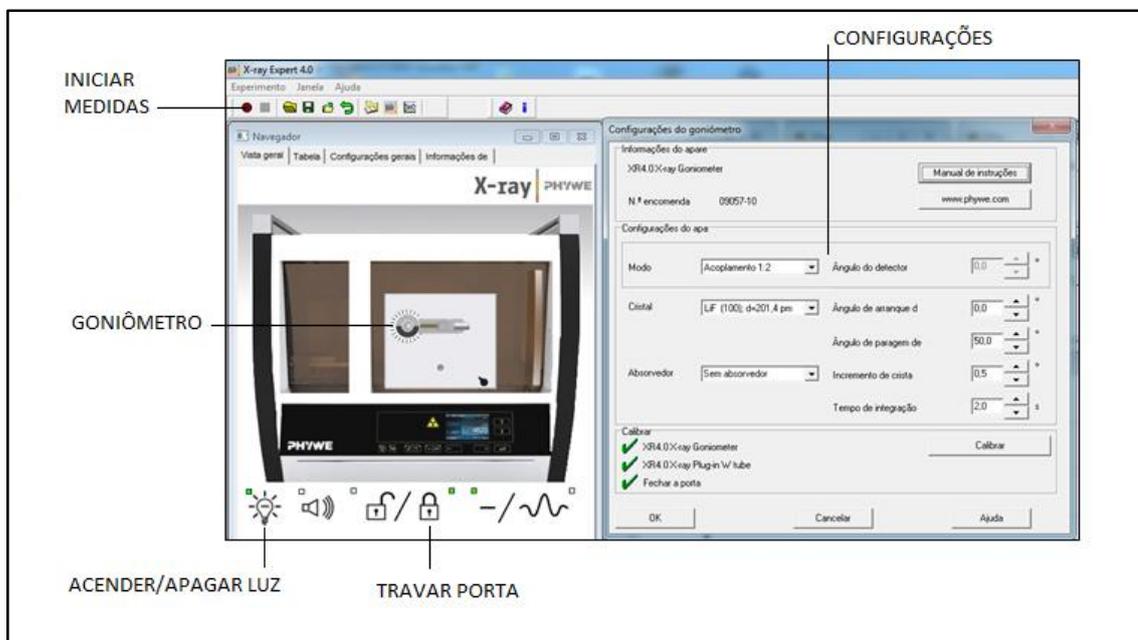


Figura 2.8. Modelo de Configuração aparelho de Raios X.

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

2ª ETAPA: COM ROBÔ NXT

Repetir o procedimento da 1ª. ETAPA, porém, com o ABSORVEDOR indicado na Figura 2.10. Iniciar o programa NXT 2.0 e, de forma criativa, selecionar os metais: Cobre (Cu), Níquel (Ni), Chumbo (Pb) e Estanho (Sn).

vii. Quando a medição terminar, ou seja, depois de colher os dados, selecione a tecla “ENVIAR TODOS OS DADOS PARA MEDIR” e em seguida OK.

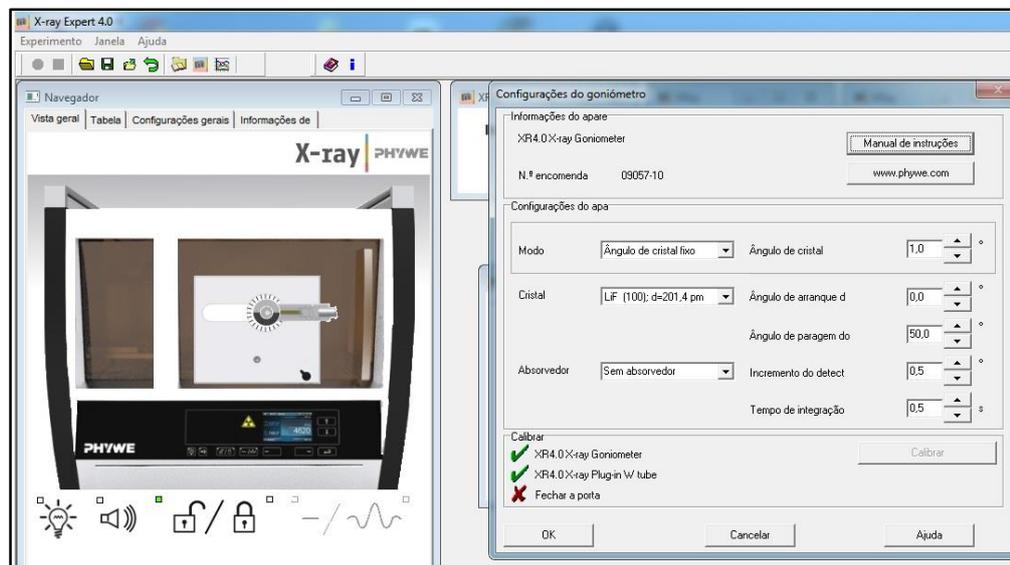


Figura 2.9. Modelo de configuração de aparelho de Raios X.

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

III - ANALISANDO OS RESULTADOS

Tratamento dos Resultados

i. Acesse as funções de avaliação do *software* "Measure", selecione o comando "ANÁLISE".

ii. Selecione a opção “Análise de Pico”.

iii. Salvar suas medições e avaliações com um adequado nome de arquivo.

iv. Comparar graficamente o Espectro dos picos medidos com os de outra equipe.

Os resultados encontrados destes procedimentos serão vistos e discutidos no Cap. 4.

Capítulo 3

Metodologia de Pesquisa

Como foi dito, este é um trabalho de pesquisa e nosso foco principal é o Ensino de Física, por meio de uma Sequência Didática (SD) intitulada: “UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O USO DE RAIOS X NO ENSINO MÉDIO VIA ACESSO REMOTO NA PERSPECTIVA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA” representada pelo Produto Educacional no Apêndice F. A metodologia empregada neste trabalho está resumida na Figura 3.1.

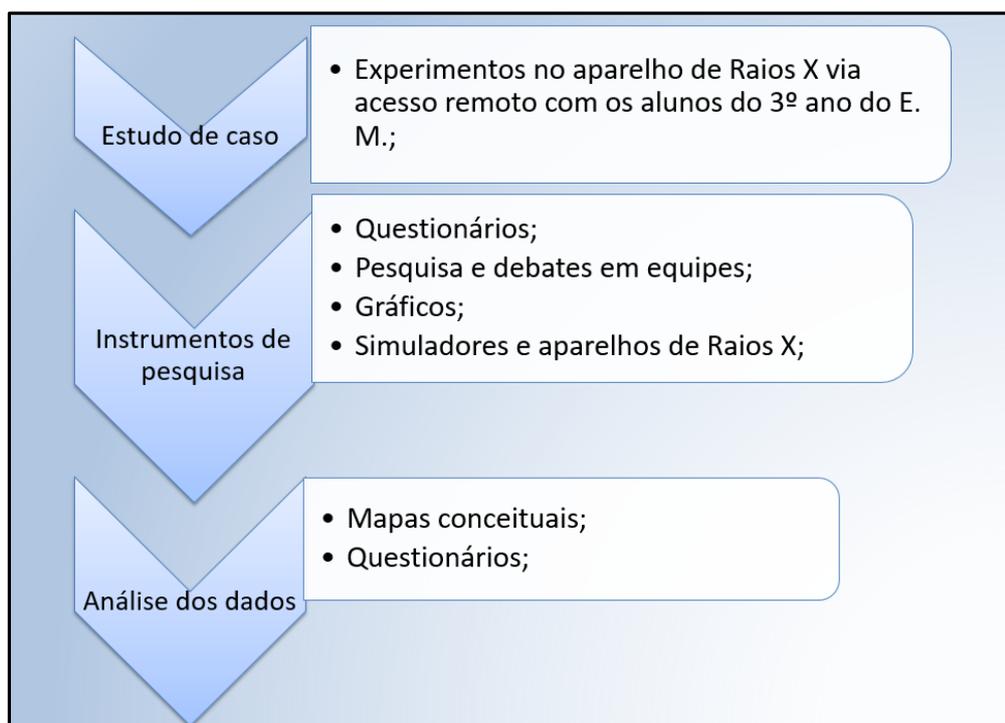


Figura 3.1. Resumo da Metodologia utilizada.

Usando os recursos tecnológicos com grandes possibilidades de inserção, de forma inovadora, no Ensino Médio, dentre os quais podemos citar: o acesso remoto ao aparelho de Raios X; os programas computacionais; a Robótica Educacional e os Simuladores Virtuais. Haja visto também que o nosso Produto Educacional é composto por uma sequência didática e o uso da Robótica Educacional, mais precisamente um robô com peças LEGO® MINDSTORMS.

A SD defendida nesta dissertação foi desenvolvida com intuito de atrair a atenção dos alunos, de uma turma, do terceiro ano do ensino médio da rede pública, especificadamente no Colégio Estadual Dr. José Gerardo Braga, englobando os conceitos físicos pertinentes aos Raios

X e Introdução à FMC. Entretanto, as etapas de aplicação no colégio se restringe as atividades estratégicas da sequência didática, das quais vamos discorrer neste instante. A SD foi dividida em três etapas, como demonstra a Tabela 3.1, ressaltando o primeiro contato com os alunos e mapas conceituais, a atividade, o resgate da simulação virtual e a investigação no aparelho de Raios X via acesso remoto.

Tabela 3.1. Etapas da Sequência Didática.

Primeira Etapa SD		
<i>Aulas</i>	<i>Conteúdos</i>	<i>Metodologia e Estratégias</i>
Aula 01	Introdução aos Mapas Conceituais e relembrar algumas aplicações dos Raios X.	Primeiros contatos: uma curta aula expositiva sobre a confecção de Mapas Conceituais, a aplicação de um Questionário Preliminar e em seguida os discentes produzem o Mapa Conceitual-1, sem a interferência do professor, sobre “o que eles sabem dos Raios X e suas aplicações”. Depois, um diálogo para levantar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito das aplicações dos Raios X, como por exemplo, os exames de Raios X.
Segunda Etapa da SD		
Aula 02	Exames de Raios X, produção dos Raios X por lâmpada, aplicações tecnológicas e radiação alfa, Beta e Gama.	Simulação Interativa: acessar a Simulação Virtual na <i>internet</i> e sentados em equipe “Radioatividade”. Registrar alguns conceitos dos conteúdos extraídos da Simulação.
Aula 03	Exames de Raios X, produção dos Raios X por lâmpada, aplicações tecnológicas e radiação alfa, Beta e Gama.	Debate e pesquisa: Discutir em equipe e depois expor para toda turma resgatando a atividade de Simulação Virtual. Iniciar a pesquisa nos livros didáticos sobre os conteúdos desta aula.
Aula 04	- Contexto histórico da Física no final do séc. XIX; - Espectros de Raias e Contínuo;	Continuação da pesquisa na literatura: Pesquisa nos livros didáticos em equipe e anotações no caderno.
Terceira Etapa da SD		

Aula 05	- Espectros Contínuos; - Raios X; - Lâmpada de Coolidge de Tungstênio (W);	Aula experimental: aula no laboratório de informática por meio dos programas computacionais e da <i>internet</i> , acessar no aparelho de Raios X da universidade via acesso remoto e interagir com robô educacional.
Aula 06	Lei de Bragg e Mapas Conceituais;	Análise dos resultados experimentais e questionário final: Analisar graficamente os Espectros Contínuos. Reaplicar o questionário e produzir outro Mapa Conceitual-2 sobre os Raios X e suas aplicações.

Com autorização da direção do colégio, o mestrando apresentou o projeto de pesquisa e coletou as assinaturas nos Termos de Autorização dos alunos ou responsáveis, logo, verificou-se que a participação no projeto seria de 100% dos alunos da turma, totalizando 21 discentes. Também, houve uma breve explanação do professor pesquisador sobre a confecção de Mapas Conceituais, destacando as possíveis relações que um determinado conteúdo pode ter, formando, entretanto, uma rede de conhecimentos que se interligam. Em seguida, solicitou-se que os educandos respondessem ao Questionário Preliminar enfocando os Exames de Raio-X, algumas questões abordando o acesso remoto e a simulação virtual, e que no final, confeccionassem um Mapa Conceitual-1 sobre o que eles sabiam do tema, “Raios X: Conceitos e Aplicações”. Após as três semanas de atividades estratégicas, no encerramento desta pesquisa, planejou-se a aplicação de um outro questionário final e a confecção de mais um Mapa Conceitual-2 sobre o mesmo tema. O conjunto destas avaliações, inicial e final, sendo analisadas na perspectiva da Teoria de Aprendizagem Significativa.

Gostaríamos de chamar a atenção, para a intenção proposital que inserimos as questões e as alternativas, baseadas nas características observadas, em diagnósticos médicos que experimentamos em outros momentos de nossas vidas nos exames de Raio-X, que não convêm discutirmos neste trabalho. Como por exemplo, a máquina de Raios X durante o procedimento emite som, luz, em um certo intervalo de tempo e a “coisa invisível” referindo-se a uma opção, talvez filosófica, na esperança que os alunos repensem “como posso redefinir os Raios X?”. Não seria muita prepotência nossa, instigar os alunos em uma busca investigativa dos conceitos científicos, pois a ciência é construída pela humanidade e não está pronta e acabada.

Na próxima etapa, houve a inferência da simulação virtual e a sua conclusão, por isso, dividiu-se os alunos em equipes de quatro integrantes cada e estes foram encaminhados ao

laboratório de informática. Cada equipe foi alocada em um computador para interagirem com a simulação “Radioatividade” virtualmente acessando o site do “*portal dia a dia educação do governo do Paraná*”²³. Os alunos interagiram com a simulação procurando anotar resumidamente sobre a produção dos Raios X, desenhando a lâmpada que emite os Raios X, formas de proteção, os conceitos das radiações (Alfa, Beta, Gama) e responderam um “quiz” no final desta.

Na sala de aula, propusemos um debate dentro das equipes, para que completassem suas anotações e, em seguida, que fosse transmitido para o grande grupo as ideias de cada equipe. Depois os alunos foram orientados a pesquisarem nos livros didáticos os conteúdos citados acima.

Na quinta aula, foi realizado o manuseio do aparelho de Raios X do LARI via acesso remoto de forma investigativa, ou seja, os alunos voltam ao laboratório de informática e acessam ao programa *TeamViewer* 11 para ter o domínio remotamente do computador do LARI. Neste estão instalados os programas Measure X-ray, o NXT Mindstorms 2.0 e o Ivideon, assim, estes programas ajudam a controlar, respectivamente, o aparelho de Raios X, o robô educacional Lego e a câmera digital para visualizar o que ocorre na máquina de Raios X.

A seguir serão relatados os resultados obtidos nesta intervenção pedagógica.

²³ Disponível em: <http://www.quimica.seed.pr.gov.br/modules/links/uploads/1/133452001sim_qui_radioatividade2.swf> Acesso em: 20 de março de 2016.

Capítulo 4

Análise dos Resultados

Nesta seção, relatamos os resultados coletados durante a pesquisa. Alguns dados pertinentes da pesquisa foram registrados desde o primeiro contato com os alunos de forma quantitativamente e qualitativamente. Exemplificando, seria a partir dos questionários impressos, dos diálogos, debates e, principalmente, dos mapas conceituais.

Portanto, a organização dos resultados desta pesquisa, segundo as respostas dos alunos, temos:

- a seqüência didática por meio dos questionários;
- a análise dos mapas conceituais;
- as atividades de fixação;
- os recursos tecnológicos;

Ao discutirmos os resultados, percebemos a necessidade de comparar os Questionários Preliminar e Final, assim, conseguimos fazer uma avaliação das respostas obtidas nesta pesquisa sobre o conteúdo de Raios X. Segundo a perspectiva da Teoria de Aprendizagem Significativa D. Ausubel, estas respostas demonstram fortes indícios que comprovam esta teoria, dentre os quais podemos citar:

- os subsunçores das experiências em exames radiológicos que os alunos já trazem consigo;

- o fato dos educandos se mostrarem participativos oralmente, notamos que, ao nosso entendimento, os mesmos encontraram sentido no que estavam aprendendo, manifestando que o conteúdo de Raios X tem um potencial para ser significativo.

Uma aprendizagem significativa denota a assimilação de um novo conhecimento à estrutura cognitiva que o educando já apresenta. Todavia, é primordial iniciar com os conhecimentos prévios dos discentes, assim, ao final desta SD obter bons resultados, em termos de uma aprendizagem significativa, que devem fazer sentido e incorporar à base de conhecimento dos mesmos.

Não deixando de mencionar que a *internet* mostrou-se uma excelente aliada neste trabalho, auxiliando na comunicação entre os dispositivos. Porém, o endereço eletrônico do LARI, não está concluído para utilizarmos neste trabalho de acesso remoto, por isso, optou-se pelo uso do programa *TeamViewer 11*.

4.1 Resultados e Discussões

Quanto as perguntas dos questionários, propusemos questões objetivas e discursivas. Nessas, obtivemos respostas distorcidas e confusas quanto aos conceitos físicos dos Raios X e suas aplicações. Lembrando-se que a pesquisa apresenta valores amostrais pontuais de uma escola e de uma certa comunidade participante deste projeto, necessitando de cautela ao generalizar.

Houveram respostas que se aproximaram do conceito ideal, como na questão 05, que dispõem de cinco alternativas objetivas. Os alunos que marcaram a alternativa C, somam aproximadamente 50% da turma. As respostas errôneas ou assertivas próximas do conceito esperado dos alunos evidenciam os conceitos incorporados por vários motivos: senso comum, falta de informação científica, transmissão de definições automaticamente e outros. No gráfico 4.1, podemos ter uma visão mais clara das respostas em cada alternativa.

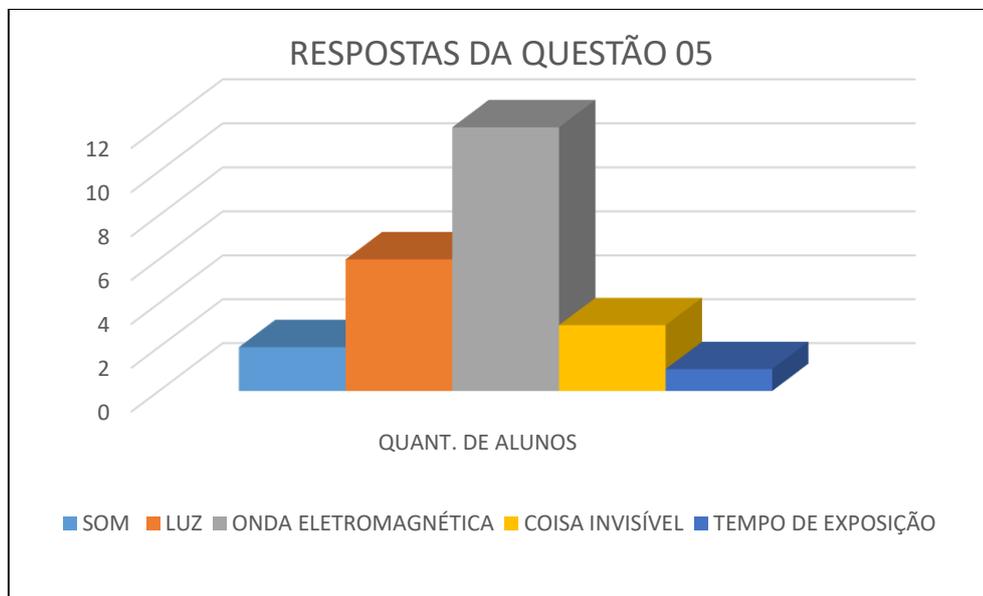


Gráfico 4.1. Respostas da questão 05 do Questionário Preliminar.

Numa análise geral das respostas dos Questionários Preliminar e Final, extraímos alguns pontos interessantes que revelam o avanço da aprendizagem ao comparar os dois, como nos tópicos citados abaixo e em seguida visualizados nas Figuras 4.1 e 4.2 resumidamente:

- todos os alunos, ou seja, 100% da turma já fizeram o exame de Raios X, provando que eles apresentam conhecimento prévio nesta área e que estes nunca tiveram aulas com simuladores ou acesso remoto;

- um terço dos alunos consideram os Raios X inofensivos, sendo este um dado preocupante, pois, revela o nível da falta de informação. E o alerta continua, devido a esta mesma quantidade de alunos, afirmarem que os aventais de tecido usados durante os exames radiológicos podem proteger dos Raios X;

- apenas um aluno assinalou que o tempo de exposição é também prejudicial à saúde, bem como, um outro aluno concorda que o concreto pode bloquear ou proteger os Raios X;
- em relação a produção dos Raios X: um terço desconhece e os demais ficaram divididos entre os Radioisótopos e a Fluorescência;

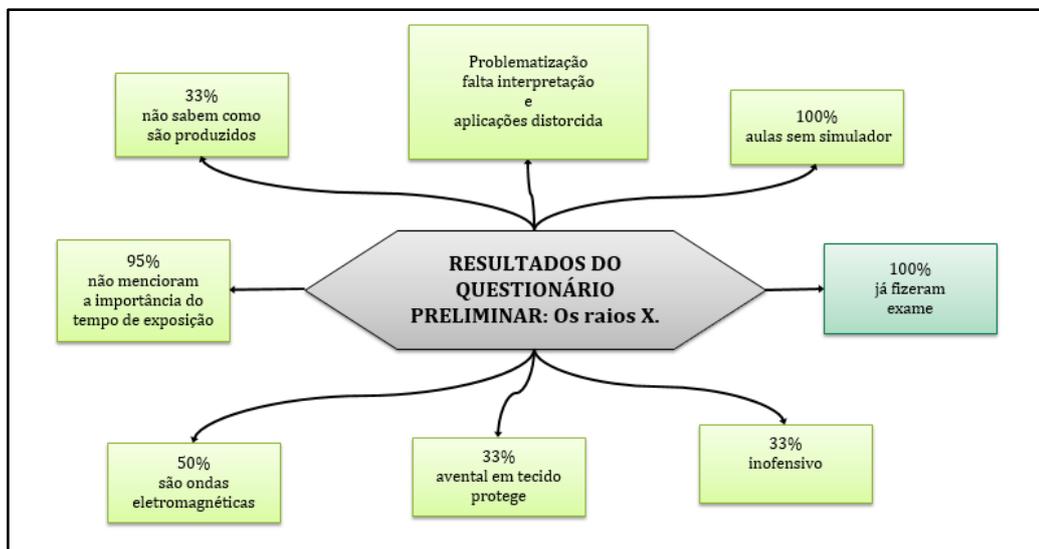


Figura 4.1. Fluxograma das respostas obtidas no Questionário Preliminar.

- quanto a Problematização, notou-se uma grande dificuldade de interpretação dos alunos, logo, surgiram respostas de aplicações que não condizem aos Raios X, como por exemplo, a fotografia, o lazer, a luz, o som, o aplicativo de celular e microondas. Mas, também registraram as palavras: exame, nuclear, energia, lâmpada e aeroporto.

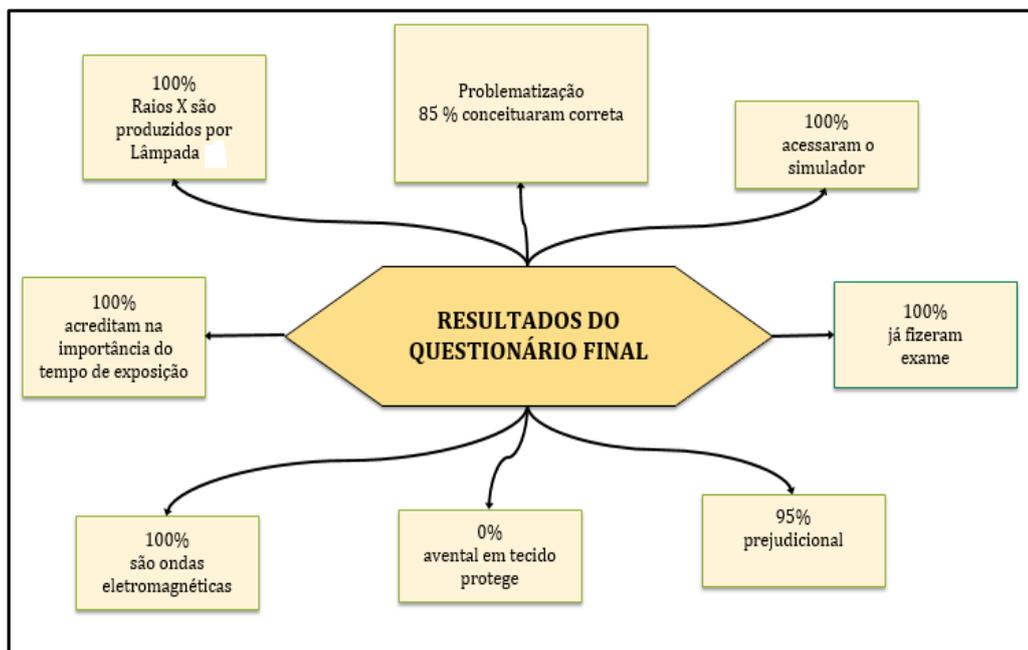


Figura 4.2. Fluxograma das respostas obtidas no Questionário Final.

Nesta mesma vertente, podemos destacar algumas respostas, **conforme as próprias palavras dos alunos**, referentes a problematização antes e depois de aplicar esta SD nas quais podem ser comparadas na Tabela 4.1.

Tabela 4.1. Respostas comparativas da Problematização antes e depois da SD.

Aluno	Resposta antes da SD	Resposta depois da SD
A	<i>“Raio X é uma espécie de fotografia que emite radiação.”</i>	<i>“Raio x é uma onda eletromagnética feita por elétrons que não precisa de um meio para se propagar. Suas aplicações são na medicina, aeroportos, alimentos, cristais e em exames como a tomografia e radiografia.”</i>
C	<i>“O Raios x é conceituada por ondas emitidas através de material radioativo, que ao fazer emite barulho.”</i>	<i>“Os Raios X veio para ajudar na descoberta de varias doenças. Ele é uma onda eletromagnética feita por elétrons e também pode ser usada para outros afins, como nos aeroportos e também para alguns alimentos. Assim como na medicina é usada em mamografia, Radioterapia, dentistas. Os elétrons são acelerados pela alta tensão e freados no outro pólo.”</i>
E	<i>“O Raio x pode ser como um laiser. Ele ultrapassa nosso corpo, mostrando se há algo errado.”</i>	<i>“Na onda de de Raios x tem muita energia que se espalha ao passar pelos átomos da matéria. Essa energia são utilizadas nas aplicações tecnológicas.”</i>
K	<i>“É possível encontrar em nosso cotidiano exemplos como, cameras, tv, microondas, aparelhos dentários, ventilador e outros.”</i>	<i>“Nas ondas de raios x tem muita energia é oque se espalham ao passar pelos átomos da matéria, com a diferença de energia absorvida ou emitida é possível determinar a distância entre os átomos e tambem observamos as cores.”</i>
M	<i>“Podemos encontrar em nosso cotidiano lâmpada, camera, fotografia, lazer, luz, energia, avião.”</i>	<i>“O Raio-X é uma onda eletromagnética feita por elétrons que pode ser aplicado em Exames, Dentista, Alimentos, Radioterapia, Quimioterapia, Aeroportos, Neurologia e cristais.”</i>

4.2 Analisando os Mapas Conceituais

Nós utilizamos os mapas conceituais para diagnosticar os conhecimentos prévios e, após a aplicação da SD, verificar se houve uma aprendizagem significativa, segundo a Teoria de aprendizagem de D. Ausubel.

Ao comparar os mapas conceituais que os alunos produziram a partir do conteúdo “Raios X: Conceitos e Aplicações”, ou seja, cada um preparou dois mapas conceituais sobre o mesmo conteúdo. Então, destacamos alguns mapas conceituais representados pelas Figuras 4.3 e 4.4, dos quais corroboraram com os procedimentos desta pesquisa. E no Apêndice E encontram mais alguns mapas conceituais referente a este trabalho.

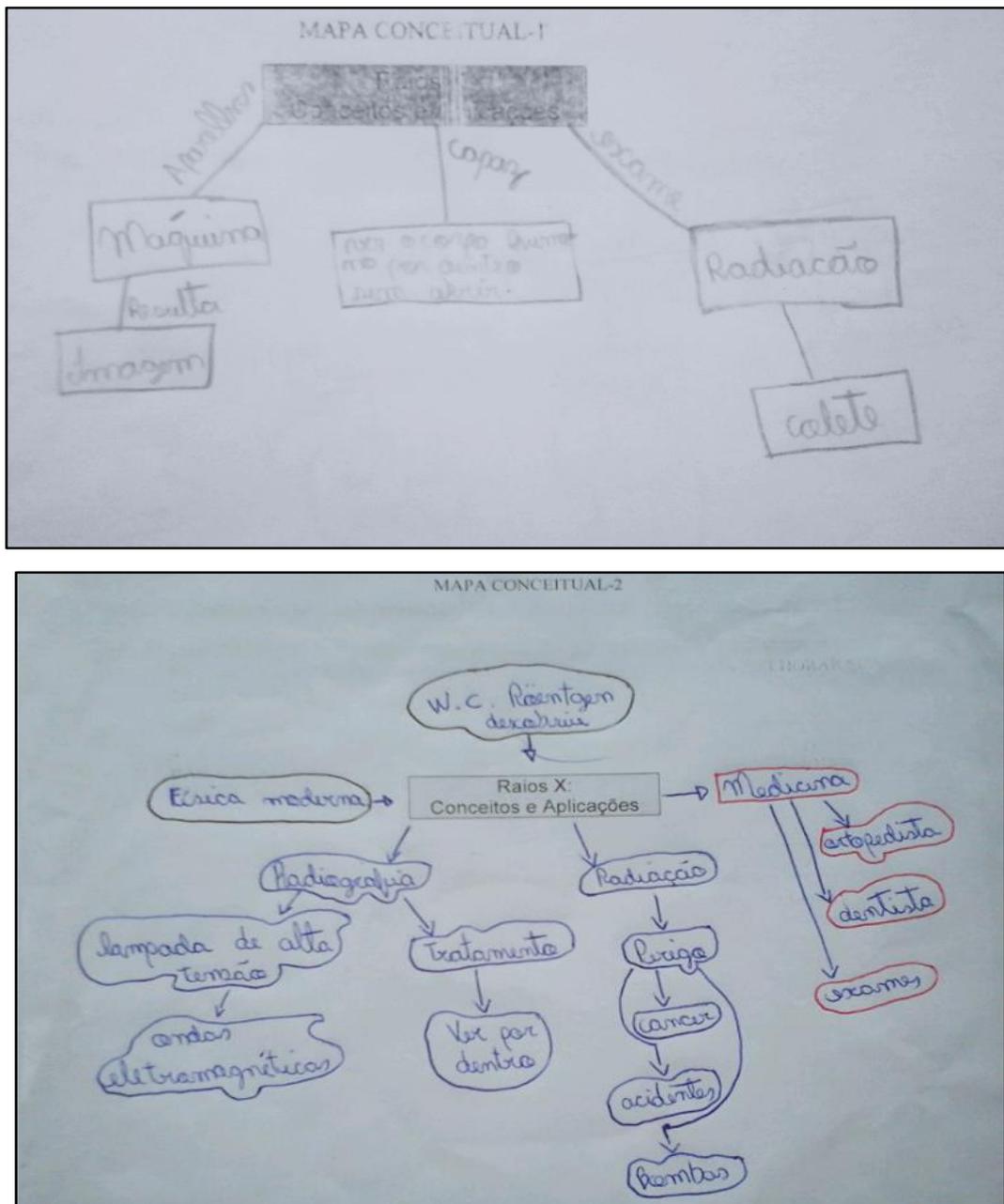


Figura 4.3. Mapas conceituais do aluno K, antes e depois da SD.

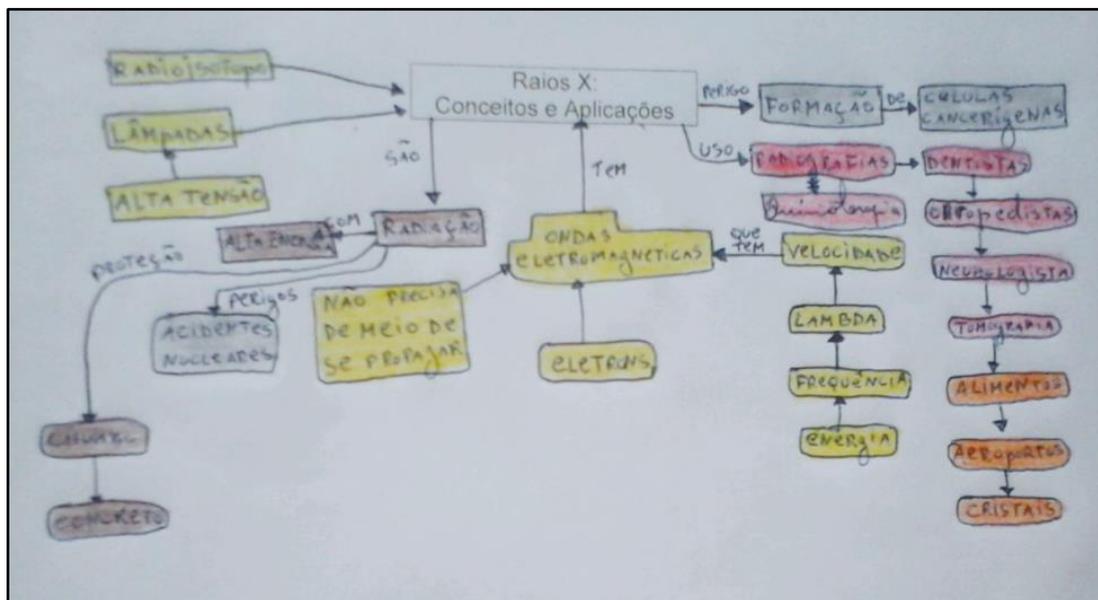
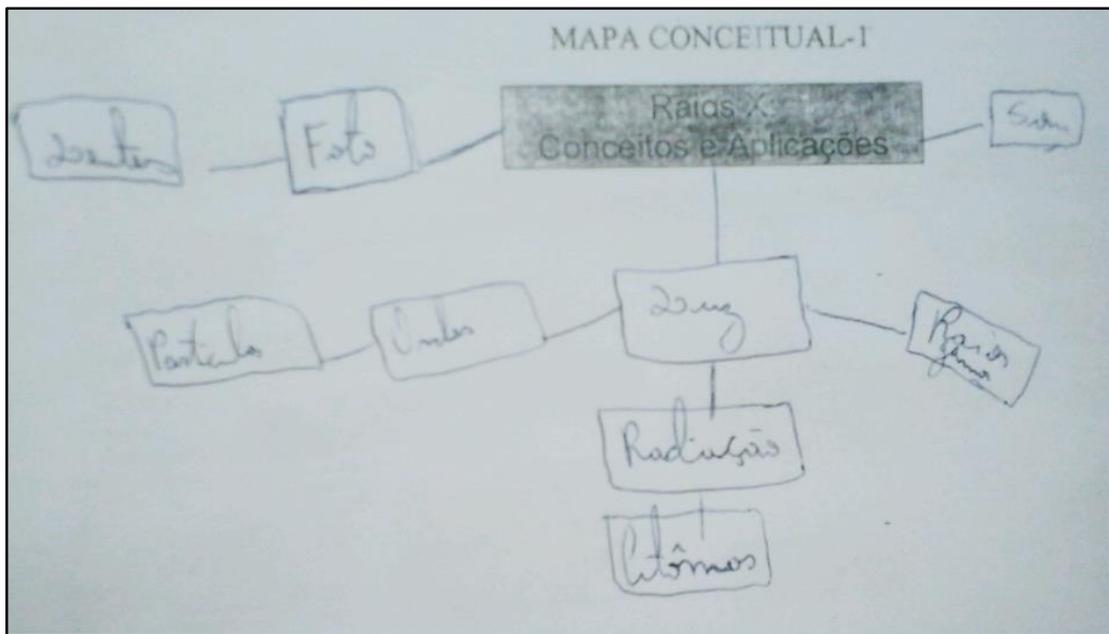


Figura 4.4. Mapas conceituais do aluno M, antes e depois da SD.

Por meio destes e dos demais mapas da turma, percebeu-se que a maioria incorporou novas informações no mapa conceitual-2 comparados com o mapa conceitual-1, o que significa um ótimo resultado, alguns até dispensaram os conteúdos errôneos inseridos no mapa conceitual-1. Porém, ao fazer uma releitura mais detalhada dos mapas, a maioria dos alunos ao alteraram a estrutura organizacional dos conteúdos no mapa conceitual-2, devido as novas informações, infelizmente, nos revelou que eles não ligaram as novas ideias a estrutura cognitiva já existente, e assim, formaram um novo conhecimento internalizado e significativo. Ficando a cargo do professor fazer uma nova reestruturação organizacional dos conteúdos com os alunos.

Portanto, é notório que este trabalho tocou na estrutura cognitiva dos alunos, de forma crítica, levando os novos conhecimentos para o seu cotidiano, pois conseguiram fazer a ancoragem entre os conhecimentos prévios e as novas informações. Este avanço ficou comprovado, quando os discentes se mostraram predispostos a aprender no decorrer das atividades, como propunha D. Ausubel.

4.3 Analisando os Recursos utilizados

Analisando os recursos disponíveis, um dos pontos que chamou a atenção, foi a interdisciplinaridade entre a física e química, pois esta simulação se encontra dentro do site “portal dia a dia educação” na disciplina de química e inclusive era o mesmo conteúdo que os alunos estavam vendo com o professor de química, coincidentemente, durante a aplicação. Pensando de forma interdisciplinar, propomos futuramente trabalhar em conjunto com os raios X com os Componentes Curriculares afins como também a biologia, a matemática, a geografia e outras, dispostas a participar do LARI.

Para melhores resultados, sugerimos a criação de uma interface em um site específico para o acesso remoto conectado ao aparelho Raios X já comentado anteriormente, pois, neste momento, o programa *TeamViewer* ofereceu bons resultados.

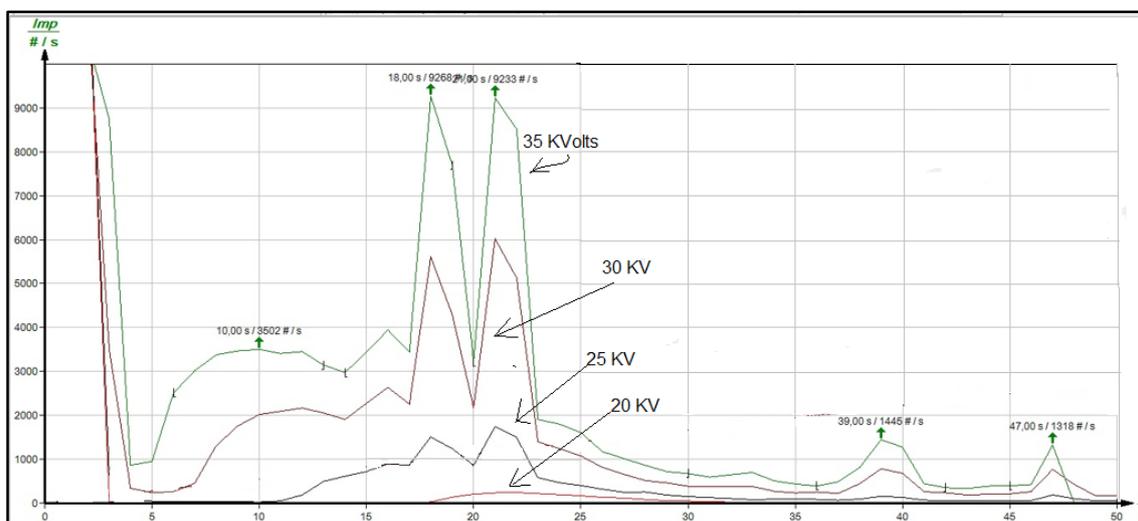


Gráfico 4.2. Medidas efetuadas pela Equipe K, mostrando a relação da Intensidade (Imp/ #/s) com a tensão (Volts) em seus respectivos espectros contínuos.

Durante a atividade experimental, demos liberdade para que as equipes investigassem a máquina de Raios X. Uma equipe sugeriu averiguação da relação entre a alta tensão e os espectros contínuos gerados pela amostra cristalina de LiF, as curvas de cada tensão são visualizadas no Gráfico 4.2, sem os filtros metálicos. As curvas ideais variam entre 30 e 35 KV.

As atividades com uso dos recursos tecnológicos motivou os alunos a desenvolver: a concentração no foco da atividade; a registrarem no caderno; a discutirem o assunto e a responderam as questões. Logo, eles revelaram que são: habilidosos, empolgados, receosos apenas quanto ao aparelho de Raios X;

Finalizando esta secção, durante este trabalho ouvimos os relatos dos alunos participantes, deixando, assim, transparecer o grau de satisfação:

a) Com relação ao conteúdo:

“Professor, hoje fui fazer um exame de raio-X e fiquei atenta se eles colocariam em mim, o colete no meu pescoço para proteger minha tireoide. Porque, aprendi que o chumbo do colete bloqueia os raios X e diminui o aumento de câncer de tireoide...”

“... através deste projeto eu consegui entender alguns riscos dessa radiação, percebi que a quantidade de exames pode ser muito perigosa para minha saúde ou principalmente, para as crianças...”

b) Com relação aos mapas conceituais:

“No primeiro mapa conceitual faltava ordem, depois, no segundo mapa, foi mais fácil relembrar os conceitos.”

“No segundo mapa, uma coisa leva a outra, assim, ficou melhor para gravar como funciona os raios X.”

“Foi mais fácil, devido as relações feitas por etapas, e isso, poderia ser utilizada em todas as disciplinas.”

“Ajudou a organizar a minha mente, pois antes era só bagunça.”

c) Com relação ao acesso remoto:

“O acesso remoto é quando alguém pode consertar meu computador sem estar presente.”

“... para que eu possa ter um melhor acesso remoto nos computadores alheios, apenas com a permissão do dono...”

“Acesso remoto é um meio de utilizar um aparelho sem precisar se deslocar. Ele pode melhorar a nossa vida dando conforto e facilitando na hora de utilizar um aparelho.”

Capítulo 5

Conclusões

Este presente trabalho utilizou-se de uma sequência didática de ensino e aprendizagem a respeito dos Raios X na perspectiva da Aprendizagem Significativa.

Além de instigar o saber científico na Física, percebeu-se que este experimento motivou os alunos no processo ensino e aprendizagem de forma empolgante, aproximando-se da sala de aula as novas TIC's. Logo, é notório que o uso das tecnologias na sala de aula, como por exemplo, computadores e celulares, conectados à *internet* ou não, são atrativos que podem ajudar os agentes educacionais a focar-se em resultados mais concretos de ensino e aprendizagem, superando os objetivos propostos. E como esperado, mostrou ser o recurso preferido dos educandos, comparado com a pesquisa nos livros didáticos, por exemplo.

Quanto a Sequência Didática apresentada neste trabalho, mostrou-se eficiente para atingir os objetivos propostos inicialmente, ajudando no processo de ensino aprendizagem e a articular as atividades a serem desenvolvidas.

Assim como a psicologia educacional de David Paul Ausubel foi comprovada em vários momentos como uma aprendizagem realmente significativa, dos quais podemos citar:

I) a aproximação do professor aos educandos como um facilitador do aprendizado, a pesquisa por descoberta relacionada aos conceitos físicos dos Raios X ancorada (subsunçor) ao conhecimento preexistente na estrutura cognitiva;

II) os recursos utilizados neste ensino contribuíram para transformar o conhecimento conceitual da teoria em conhecimento cognitivo do aluno significativamente;

III) uma aprendizagem significativa e crítica retificada pelos mapas conceituais e outros.

Mas, também notou-se que esta área da psicologia educacional é realmente complexa, e difícil de extrair valores quantitativos, prevalecendo as avaliações e conclusões pautadas nos resultados qualitativos, como a predisposição dos alunos em querer aprender, a afetividade na relação professor-aluno e o conteúdo ser potencialmente significativo. Este seria um caminho na orientação da aprendizagem significativa, assim, avaliamos este trabalho, como um norte para outros professores que buscam um diferencial motivador em suas aulas.

Que esse Laboratório de Acesso Remoto Interdisciplinar (LARI) continue contribuindo como um elo entre a pesquisa experimental científica na área educacional e os conceitos da FMC, sendo assim, mais um recurso tecnológico aos professores e alunos do EM. Assim como, também seria uma ótima solução implantar o Laboratório de Acesso Remoto para as escolas que não tem laboratório físico. Até porque um laboratório de ensino experimental exige espaço

físico, compromisso de tempo, financiamento para as instalações e a aquisição de equipamentos, e claro, os alunos acomodados, mas com o LARI, precisaria apenas dos computadores do acesso à *internet*.

Contudo, podemos citar alguns aspectos que necessitam de mais atenção futuramente:

- o acesso à máquina de raios X é limitado a uma equipe por vez;
- a construção de um robô educacional com peças de *Hardware* Livre (Arduíno).

No entanto, estes experimentos virtuais estão ficando mais eficientes e abrangentes, especialmente, aqueles laboratórios remotos controlados por pessoas utilizando robôs e equipamentos de laboratório. Percebemos que as áreas de atuação estão aumentando, além da física, podemos citar a química, a matemática, a biologia, a bioinformática, a ambiental, a medicina e outros. Portanto, os experimentos remotos estão mais próximos dos reais, simulando uma "sala de aula", principalmente, para estudantes do ensino médio.

Os alunos notaram a importância do conteúdo de Raios X e da tecnologia por de trás da máquina de Raios X e, principalmente, a necessidade de se proteger dos Raios X. Provocando os educandos a se apropriarem dos conceitos de FMC e dos Raios X para relacionar com o cotidiano de suas vidas.

Finalizando, o presente trabalho tratou de uma temática relevante, a da instrumentação virtual via acesso remoto, que se apresenta como uma possibilidade para que sejam desenvolvidas atividades com experimentos reais, se apresentando ainda como uma alternativa a outros recursos, como o uso de simulações computacionais.

Referências Bibliográficas

- [Ast15] E. A. Astrath, *Princípios de uma Usina Fotovoltáica uma aplicação ao ensino médio*, Mestrado, Universidade Estadual de Maringá, p. 57-80, 2015.
- [Aulas – Cristais 2016] *Aulas e-agps: Rede Cristalina*. Disponível em: <http://aulas.e-agps.info/cmateriaispg/capitulo4.pdf>>. Acesso em: agosto de 2016.
- [Aus68] D. P. Ausubel, J. D. Novak e H. Hanesian, *Educational Psychology*, 2^a ed. New York: Holt, Rinehart and Winston, p.12-472, 1968.
- [Bet03] R. W. Bettio, *Avaliações gráficas e dinâmicas aplicadas à ambientes virtuais de aprendizagem*. Dissertação de Mestrado defendida no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis: FSC, p. 19, 2003.
- [Blogspot – Raios X 2016] *Blogspot: Produção de Raios X*. Disponível em: <<http://bioblogandofisica.blogspot.com.br/2013/03/o-producao-do-raio-x.html>> Acesso em: junho de 2015.
- [Bras15] Brasil, Ministério da Educação, *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio*, 2000. Disponível em < <http://www.mec.gov.br/seb/pdf/ciencian.pdf>> Acesso em setembro de 2015.
- [Call91] W. D. Callister, Jr., *Materials Science and Engineering na Introduction*, New York, NY, John Wiley & Sons Inc., 1991.
- [Car14] F. L. Carraro, *Simuladores virtuais do PhET no ensino de física*, PDE/UEM, 2014.
- [Cys99] P. G. Cysneiros, *Resenha Crítica: Papert, Seymour M. (1994). A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática*. Artes Médicas, Porto Alegre, 1999.
- [Extremenxt – Robotic 2016] *Extremenxt: Robotic*. Disponível em: <www.extremenxt.com/walter.htm> Acesso em: agosto de 2016.
- [FAPESP – Conexão 2016] *FAPESP: Conhecimento interligado em Alta Velocidade*. Disponível:<http://agencia.fapesp.br/conhecimento_interligado_em_alta_velocidade/11153/> Acesso em: outubro de 2016.
- [Gro88] M. P. Groover, *Robótica: Tecnologia e Programação*. McGraw-Hill, 1998.
- [Hal91] D. Halliday, R. Resnick, *Fundamentos de Física. Vol. 4: Ótica e Física Moderna*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1991.
- [Han09] B. Hanson, P. Culmer, Gallacher, J., Page, K., Read, E., Weightman, A., Levesley, M. *ReLOAD: Real Laboratories Operated at a Distance*, IEEE TRANSACTIONS ON LEARNING TECHNOLOGIES, VOL. 2, NO. 4, OCTOBER-DECEMBER 2009.

- [ICEE – Laboratories 2015] ICEE: *Remote Laboratories versus Virtual and Real Laboratories*. Disponível em: <<http://www.icee.usm.edu/ICEE/conferences/FIEC2003/papers/1077.pdf>> Acesso em: julho de 2015.
- [Infoescola-Ausubel 2016] *Infoescola: Teoria de Aprendizagem de Ausubel*, Disponível em <<http://www.infoescola.com/pedagogia/teoria-de-aprendizagem-de-ausubel/>>. Acesso em julho de 2016.
- [LEGO - Robô 2016] *LEGO.com MINSTORMS*. Home. Disponível em: <<http://mindstorms.lego.com/en-us/Default.aspx>>. Acesso em: julho de 2016.
- [Lop07] S. P. M. L. Lopes, *Laboratórios de Acesso Remoto em Física*, Tese de Mestrado Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 2007.
- [Luc14] A. P. G. Luciano, *A utilização da robótica educacional com a plataforma Arduíno: uma contribuição para o ensino de Física*, Mestrado, Universidade Estadual de Maringá, 2014, 24-29.
- [Man09] A. H. Manfré, *As novas tecnologias e os limites da formação: uma abordagem a partir da Teoria Crítica*, Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, pag. 50, 2009.
- [Med02] A. MEDEIROS e C. F. DE MEDEIROS, *Possibilidades e limitações das simulações computacionais no Ensino de Física*. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 24, nº. 2, Junho, 2002.
- [Men98] L. C. Menezes, e outros, *Leituras de Física GREF Eletromagnetismo*, Instituto de Física da USP, FAPESP/MEC, São Paulo, p. 142, 1998.
- [Net10] F. S. C. Neto, *Sequências Didáticas*. Disponível em: <<http://atelierdeducadores.blogspot.com.br/2010/12/sequencias-didaticas.html>> Acesso em: outubro de 2016.
- [Nic06] J.V.J. NICKERSON, *Hands-On, Simulated, and Remote Laboratories: A Comparative Literature Review*, ACM Computing Surveys, vol. 38, no. 3, 2006.
- [Oku13] E. Okuno, *Efeitos biológicos das radiações ionizantes. Acidente radiológico de Goiânia*, Rev. Estudos Avançados/USP No. 27, v77, São Paulo, 2013.
- [Oli06] F. F. Oliveira, *O ensino de Física Moderna, com enfoque CTS: um tópico para o Ensino Médio – Raios X*, Dissertação de Mestrado, UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.
- [Oli07] F. F. Oliveira, *Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores*; Rev. Bras. Ensino Física, vol.29, no.3. São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172007000300016>> Aceso em: outubro de 2016.
- [Pal10] J. Palandi, D. B. Figueiredo, J. C. Denardin, P. R. Magnago, *FÍSICA MODERNA*, Grupo de Ensino de Física, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, p. 57, 2010.

- [Pin11] M. C. Pinto, *Aplicação de arquitetura pedagógica em curso de robótica educacional com hardware livre*, Dissertação de Mestrado. Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, UFRJ, Rio de Janeiro, 2011.
- [Por15] F. Porto, *Biofísica*, Rio de Janeiro, SESES, p. 129, 2015.
- [Recursos de física – Mapa 2016] *Recursos de Física: Mapas Conceituais, Sequência Didática*. Disponível em: < <http://www.recursosdefisica.com.br>> Acesso em: outubro de 2016.
- [Rot05] Rothman, T., *Tudo é relativo: e outras fábulas da ciência e tecnologia*, Rio de Janeiro, DIFEL, 2005. p. 78.
- [San05] C. F. Santos e C. S. Menezes, *A Aprendizagem da Física no Ensino Fundamental em um Ambiente de Robótica Educacional*, XXV Congresso da Sociedade Brasileira, 22 29 de julho, São Leopoldo-RS, 2005.
- [SEE08] PARANÁ/SEED/DEB. *Diretrizes Curriculares da Educação Básica/DCEs - Física*. Curitiba: SEED/DEB, 2008.
- [SciELO – Cristais 2016] *SciELO: Polímeros*. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282008000300013>. Acesso em: setembro de 2016.
- [Seara - Raios X 2016] *Seara UFC: Raios X*. Disponível em: <<http://www.seara.ufc.br/especiais/fisica/raiosx/raiosx-6.htm>>. Acesso em: março de 2016.
- [Sil09] A. F. Silva, *RoboEduc: Uma metodologia de aprendizado com a Robótica Educacional*. Tese de Doutorado. Natal: UFRN, 2009
- [Sil15] M. Silva, M. S. Trentin, A. C. Teixeira, *Educação científica e tecnológica: reflexões e investigações*, Cleci, T. W. R., Ed. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, Cap. VI, p. 117-128, 2015.
- [Tip99] P. A. Tipler, *Física, Vol. 03, 4ª. Ed.* New York, LTC, 1999.
- [Tom15] M. Tomandl et al, *Simulated Interactive Research Experiments as Educational Tools for Advanced Science*, Rev. Nature, 2015. Disponível em: < www.nature.com/scientificreports> Acesso em: agosto de 2016.
- [UEM – Informativo 2016] *UEM: LARI – Laboratório de Acesso Remoto Interdisciplinar*. Disponível em: <http://www.informativo.uem.br/novo/index.php/informativos-2016/438-informativo-1159/9725-laboratorio-de-acesso-remoto-possibilita-o-estudo-de-fisica-de-particulas-no-ensino-medio> > Acesso em: abril de 2016.
- [Ulr87] W. Ulrich, *Critical heuristics of social systems design*. *European Journal of Operational Research*, 31, No. 3, p. 276-283. 1987.
- [Vall13] M. G. Valls e P. B. Val, *Usage of DDS Data-Centric Middleware for Remote Monitoring and Control Laboratories*, In: *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 9(1), February, p. 567–574, 2013.

[Vic10] A. G. Vicente e outros, *Remote Automation Laboratory Using a Cluster of Virtual Machines*, IEEE, Transactions On Industrial Electronics, Vol.57(10), p. 3276-3283, Oct. 2010.

[Wikipédia - 2016] *Nanômetros*. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki>> Acesso em: agosto de 2016.

[Zom10] A. F. Zompero, C. E. Laburu, *As atividades de investigação no Ensino de Ciências na perspectiva da teoria da Aprendizagem Significativa*, Rev. Electronica de Investigacion em Educacion em Ciencias, ano 5, No. 2, p.12-19, 2010.

Apêndice A

Termo de Autorização dos Estudantes

Maringá, 08 de junho de 2016.

Senhor(a) _____.

Por meio desta apresentamos o acadêmico Ivanildo Fabricio de Oliveira do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, da Universidade Estadual de Maringá-UEM, devidamente matriculado nesta Instituição de ensino, que está realizando a pesquisa intitulada “**Raios X no Ensino Médio via Acesso Remoto na Perspectiva da Aprendizagem Significativa**”. O objetivo do estudo é avaliar como os alunos aprendem de forma significativa a física usando a Robótica Educacional via acesso remoto.

Na oportunidade, solicitamos autorização para realizar a pesquisa através da coleta de dados, com questionários e mapas conceituais. Queremos informar que o caráter ético desta pesquisa assegura a preservação da identidade das pessoas participantes, sem ônus e com caráter voluntário do participante.

Solicitamos ainda a permissão para a divulgação desses resultados e suas respectivas conclusões, em forma de pesquisa, preservando sigilo e ética, conforme termo de consentimento livre que será assinado pelo participante. Esclarecemos que tal autorização é uma pré-condição.

Agradecemos vossa compreensão e colaboração no processo de desenvolvimento deste (a) futuro (a) profissional e da iniciação à pesquisa científica em nossa região. Em caso de dúvida você pode procurar os pesquisadores do MNPEF/UEM Prof. Dr. Paulo Ricardo (Orientador) ou Ivanildo Fabricio (Mestrando) pelo telefone: (44) 3011-4330 ou pelo e-mail: fabregov@gmail.com

Assinatura do Responsável ou Voluntário

Apêndice B

Termo de Autorização da Escola

Maringá, 12 de maio de 2016.

Ilustríssima Senhora
Zulmira Peres Garcia

Eu, Ivanildo Fabricio de Oliveira, mestrando do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física-MNPEF, da Universidade Estadual de Maringá-UEM venho por meio desta, solicitar vossa autorização para realizar a pesquisa intitulada **“Raios X no Ensino Médio via Acesso Remoto na Perspectiva da Aprendizagem Significativa”**. O objetivo do estudo é avaliar como os alunos aprendem de forma significativa a física usando a Robótica Educacional via acesso remoto.

Na oportunidade, gostaríamos de informar os riscos mínimos pertinentes a esta pesquisa, como o desconforto de participar, ficando livre para pedir mais esclarecimentos e até resistir se for o caso. Ou vossa senhoria também pode solicitar mais esclarecimentos a respeito da pesquisa.

Queremos informar que o caráter ético desta pesquisa assegura a preservação da identidade das pessoas participantes, sem ônus e com caráter voluntário do participante.

Agradecemos vossa compreensão e colaboração no processo de desenvolvimento deste futuro profissional. Em caso de dúvida você pode procurar os pesquisadores do MNPEF/UEM Prof. Dr. Paulo Ricardo (Orientador) ou Ivanildo Fabricio (Mestrando) pelo telefone: (44) 3011-4330 ou pelo e-mail: fabregov@gmail.com

Responsável pela Instituição

Apêndice C

Questionário preliminar

ESCOLA: _____ TURNO: _____

NOME: _____ IDADE: _____ GÊNERO: _____

ALGUMA VEZ VOCÊ OU ALGUÉM DE SUA FAMÍLIA PRECISOU FAZER EXAME DE RAIOS X? ASSINALE COM UM X.

NÃO SIM (No caso de sim, quantas vezes aproximadamente? _____).

VOCÊ CONSIDERA OS RAIOS X COMO ALGO INOFENSIVO? (SIM ou NÃO. E JUSTIFIQUE) _____

(NAS PRÓXIMAS QUESTÕES ASSINALE O QUE ACHAR VERDADEIRO)

3- A PESSOA QUE TRABALHA COM ESTE EQUIPAMENTO DEVE SE PROTEGER COM QUAL MATERIAL?

A- CHUMBO B- PLÁSTICO C- CONCRETO D- AVENTAL DE TECIDO

4- QUANTO A PRODUÇÃO DOS RAIOS X, DENTRO DA MÁQUINA, PODE SER POR:

A- LÂMPADAS B- RADIOISÓTOPOS

C- FLUORESCÊNCIA D- DESCONHEÇO

5- QUANDO A MÁQUINA É LIGADA FAZ UM BARULHO, EM UM CURTO INTERVALO DE TEMPO, E DEPOIS DE REVELADA A “CHAPA” VEMOS PRINCIPALMENTE OS OSSOS NA COR BRANCA. ISTO OCORREU PORQUE

A- O SOM EMITIDO PELA MÁQUINA ATRAVESSA A PELE E REFLETE NOS OSSOS.

B- A LUZ EMITIDA PELA MÁQUINA ATRAVESSA A PELE E REFLETE NOS OSSOS.

C- A ONDA ELETROMAGNÉTICA EMITIDA PELA MÁQUINA ATRAVESSA A PELE E REFLETE UMA PARTE PELOS OSSOS.

D- ALGUMA COISA INVISÍVEL SAI DA MÁQUINA ATRAVESSANDO A PELE E OS MÚSCULOS DA PESSOA, PORÉM REFLETE NOS OSSOS.

E- O TEMPO DE EXPOSIÇÃO NÃO INTERFERE EM NADA NO ORGANISMO DA PESSOA.

6- VOCÊ JÁ TEVE AULAS NA ESCOLA COM USO DE SIMULAÇÕES OU ANIMAÇÕES VIRTUAIS REFERENTE A ALGUM CONTEÚDO ESCOLAR DE FORMA INTERATIVA?

SIM NÃO

7 – QUANDO FRATURAMOS ALGUM OSSO DO NOSSO CORPO, FAZEMOS UM RAIOS-X, COMO SERIA POSSÍVEL ENCONTRAR EM NOSSO COTIDIANO EXEMPLOS RELACIONADOS AOS CONCEITOS FÍSICOS REFERENTE AOS RAIOS X COM APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS?

8 – VOCÊ SABE O QUE É ACESSO REMOTO E COMO ELE PODERIA MELHORAR SUA VIDA COTIDIANA?

9 – DESENHE UM MAPA CONCEITUAL-1 PENSANDO SOBRE ESTE TEMA RADIOGRAFIA E SUAS RELAÇÕES COM A CIÊNCIA FÍSICA (FÍSICA MODERNA, PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DOS RAIOS X).

MAPA CONCEITUAL-1

Raios X:
Conceitos e Aplicações

Apêndice D

Questionário final

ESCOLA: _____

NOME: _____

1 - VOCÊ CONSIDERA OS RAIOS X COMO ALGO INOFENSIVO? (SIM ou NÃO. E JUSTIFIQUE) _____

(NAS PRÓXIMAS QUESTÕES ASSINALE O QUE ACHAR VERDADEIRO)

3- A PESSOA QUE TRABALHA COM ESTE EQUIPAMENTO DEVE SE PROTEGER COM QUAL MATERIAL?

A- CHUMBO

B- PLÁSTICO

C- CONCRETO

D- AVENTAL DE TECIDO

4- QUANTO A PRODUÇÃO DOS RAIOS X, DENTRO DA MÁQUINA, PODE SER POR:

A- LÂMPADAS

B- RADIOISÓTOPOS

C- FLUORESCÊNCIA

D- DESCONHEÇO

5- QUANDO A MÁQUINA É LIGADA FAZ UM BARULHO, EM UM CURTO INTERVALO DE TEMPO, E DEPOIS DE REVELADA A “CHAPA” VEMOS PRINCIPALMENTE OS OSSOS NA COR BRANCA. ISTO OCORREU PORQUE

A- O SOM EMITIDO PELA MÁQUINA ATRAVESSA A PELE E REFLETE NOS OSSOS.

B- A LUZ EMITIDA PELA MÁQUINA ATRAVESSA A PELE E REFLETE NOS OSSOS.

C- A ONDA ELETROMAGNÉTICA EMITIDA PELA MÁQUINA ATRAVESSA A PELE E REFLETE UMA PARTE PELOS OSSOS.

D- ALGUMA COISA INVISÍVEL SAI DA MÁQUINA ATRAVESSANDO A PELE E OS MÚSCULOS DA PESSOA, PORÉM, REFLETE NOS OSSOS.

E- O TEMPO DE EXPOSIÇÃO NÃO INTERFERE EM NADA NO ORGANISMO DA PESSOA.

6- VOCÊ JÁ TEVE AULAS NA ESCOLA COM USO DE SIMULAÇÕES OU ANIMAÇÕES VIRTUAIS REFERENTE A ALGUM CONTEÚDO ESCOLAR DE FORMA INTERATIVA?

() SIM () NÃO

7 – QUANDO FRATURAMOS ALGUM OSSO DO NOSSO CORPO, FAZEMOS UM EXAME DE RAIOS X, COMO SERIA POSSÍVEL ENCONTRAR EM NOSSO COTIDIANO EXEMPLOS RELACIONADOS AOS CONCEITOS FÍSICOS REFERENTE AOS RAIOS X COM APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS?

_____.

8 – VOCÊ SABE O QUE É ACESSO REMOTO E COMO ELE PODERIA MELHORAR SUA VIDA COTIDIANA?

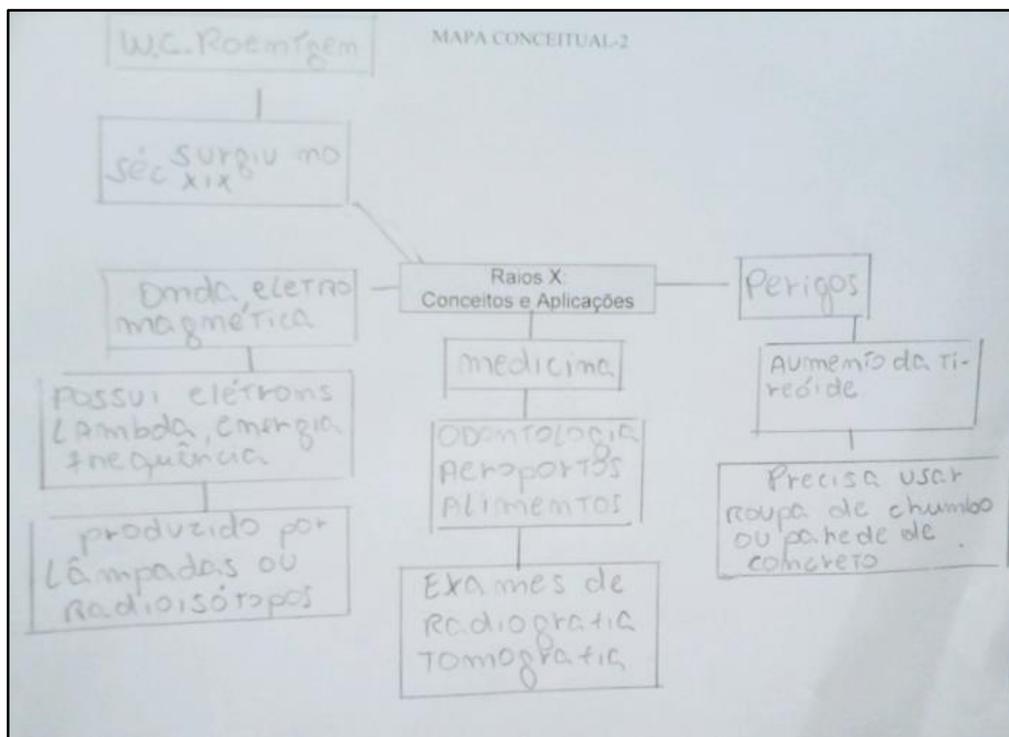
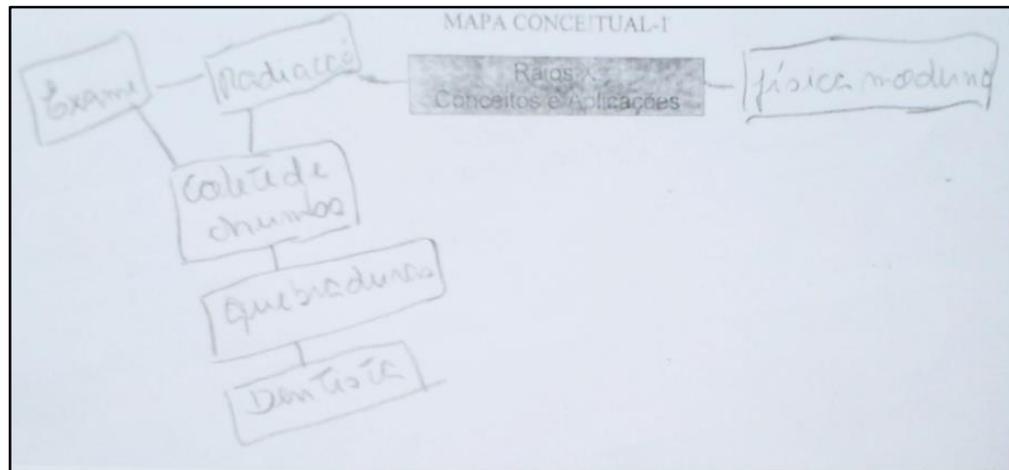
9 – DESENHE UM MAPA CONCEITUAL-1 PENSANDO SOBRE O TEMA RADIOGRAFIA E SUAS RELAÇÕES COM A CIÊNCIA FÍSICA (FÍSICA MODERNA, PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DOS RAIOS X).

MAPA CONCEITUAL-2

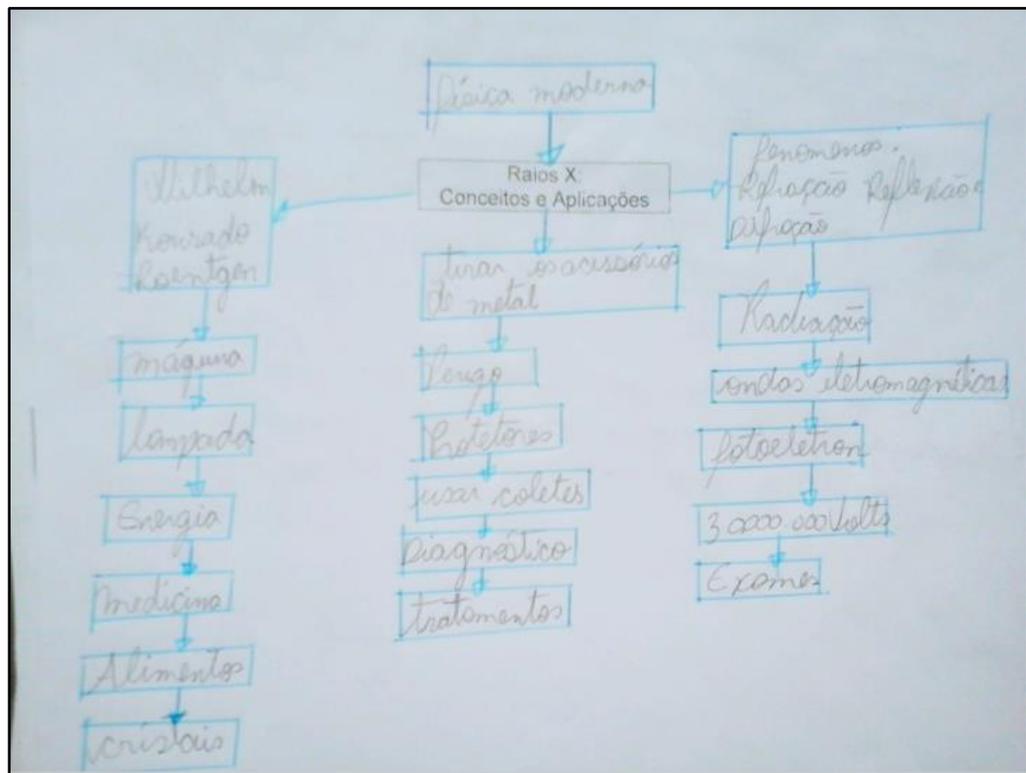
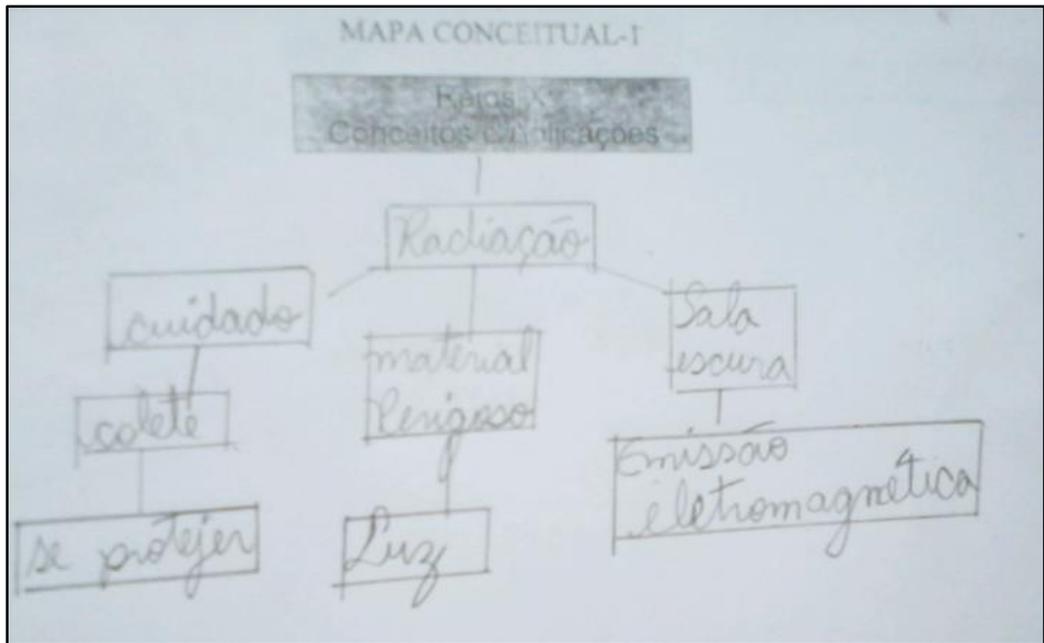
Raios X:
Conceitos e Aplicações

Apêndice E

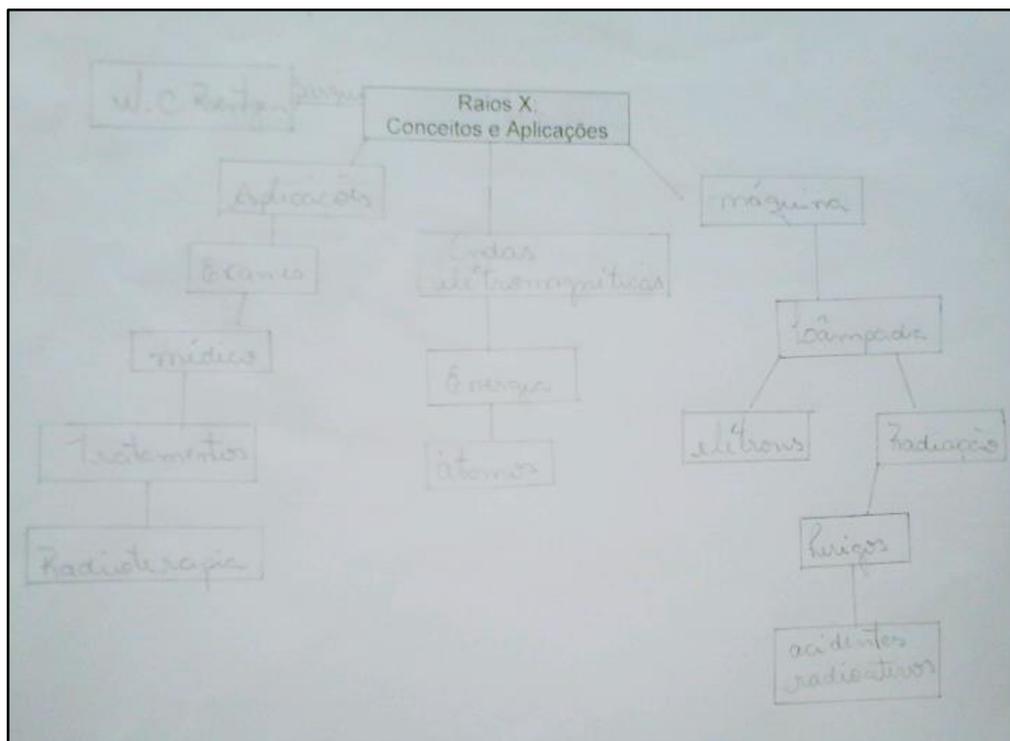
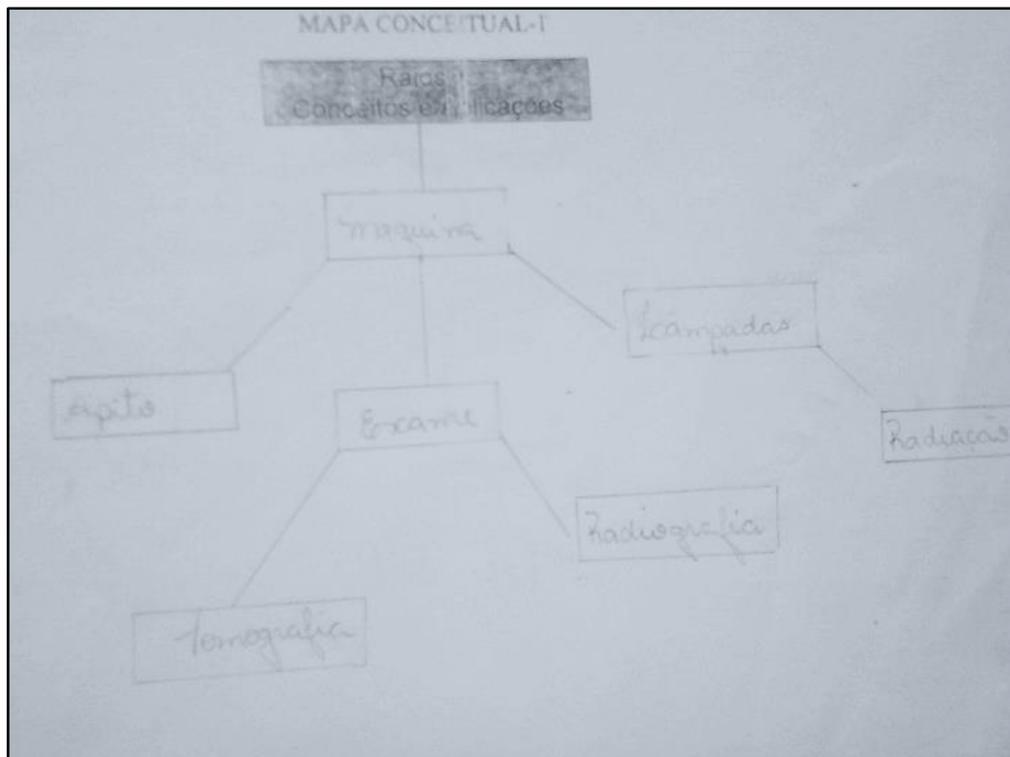
Mapas Conceituais produzidos pelos alunos



Mapas conceituais do aluno A, antes e depois da SD.



Mapas conceituais do aluno C, antes e depois da SD.



Mapas conceituais do aluno E, antes e depois da SD.

Apêndice F

Produto Educacional

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

PROGRAMA DE MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO
DE FÍSICA

PRODUTO EDUCACIONAL

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O USO DOS RAIOS X NO ENSINO MÉDIO
VIA ACESSO REMOTO NA PERSPECTIVA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

IVANILDO FABRÍCIO DE OLIVEIRA

MARINGÁ/PR

Junho/2016



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA/POLO UEM

PRODUTO EDUCACIONAL

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O USO DOS RAIOS X NO ENSINO MÉDIO
VIA ACESSO REMOTO NA PERSPECTIVA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

IVANILDO FABRICIO DE OLIVEIRA

Este Produto Educacional compõe o trabalho de Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Estadual de Maringá como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Ricardo Garcia Fernandes

MARINGÁ/PR

Junho/2016

Sumário

1 - Apresentação da Sequência Didática	02
1.1 - Ficha Técnica da SD	03
1.2 - Estrutura das aulas da SD	04
2 - Roteiro Experimental	08
3 - Resultados Esperados	11
4 - Avaliação.....	13
5 – Anexo – Aula Preliminar sobre Mapas Conceituais.....	14

1 – Apresentação da Sequência Didática

Esta Sequência Didática (SD) foi desenvolvida para aplicação das TIC's no Ensino Médio, sendo esta, uma proposta de ensino metodológica com o intuito de ministrar o conteúdo de Raios X, ela está organizada com algumas atividades de aprendizagem, que envolvem atividades de fixação e com uso de recursos didáticos e como avaliação a confecção de mapas conceituais. Esperamos que esta SD possa ser útil aos professores de física nas aulas de FMC e Raios X ou para aqueles que quiserem adaptar para outros conteúdos.

O objetivo deste trabalho é planejar algumas aulas com atividades e recursos tecnológicos, de modo que envolva os alunos e estes participem de uma investigação científica experimental via acesso remoto, proporcionando conceitos básicos de FMC. O planejamento desta sequência didática focou-se na terceira série do EM de um colégio público, da disciplina de Física, e que, segundo o Regimento Escolar, destina-se duas aulas semanais de cinquenta minutos cada, perfazendo um total de 06 aulas nesta proposta.

Em parceria com o Laboratório de Acesso Remoto (LARI) na Universidade Estadual de Maringá-UEM, o presente material sugere a utilização do aparelho de Raios X do LARI para analisar os fenômenos de Difração e Absorção de ondas eletromagnéticas focados nas amostras de cristais sólidos. Professores e alunos do Ensino Médio efetuaram medidas no aparelho de Raios X em tempo real manipulando as amostras remotamente a partir do colégio. Foram analisadas por difração de Raios X a substância cristalina de Fluoreto de Lítio (LiF), com e sem filtros metálicos, Cobre (Cu), Níquel (Ni), Chumbo (Pb) e Estanho (Sn).

Para a avaliação da aprendizagem significativa desta sequência didática propusemos uma comparação da produção inicial com a final, então, destaca-se inicialmente a aplicação de um debate com a turma e a confecção de um Mapa Conceitual-1 sobre o tema e, após o encerramento das atividades de fixação, a confecção do segundo Mapa Conceitual-2 referente ao mesmo tema.

Assim, esta sequência didática está interligada com o foco da linha de pesquisa, que foi a Física no Ensino Médio com a Área de concentração: Física na Educação Básica, logo, baseou-se nas pesquisas na área do Ensino de Física voltadas à FMC no Ensino Médio.

Para deixar mais claro para os professores o funcionamento desta SD, abaixo apresenta uma ficha técnica e mais adiante, um resumo das estruturas das aulas, como forma de contribuir para o trabalho docente.

1.1 - Ficha técnica

TEMA: RAIOS X	
TIPO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA: Investigação científica e de curta duração.	
PÚBLICO ALVO: Alunos do terceiro ano do EM.	DURAÇÃO: 06 aulas de 50 minutos cada.
CONTEÚDOS	<ul style="list-style-type: none">- Contextualização da Física no final do séc. XIX;- Produção e aplicações de Raios X na tecnologia;- Espectro Eletromagnético: Contínuos e de Raias;- Fenômeno Ondulatório: Difração de Bragg.
OBJETIVOS	<ul style="list-style-type: none">- Analisar o surgimento da Física Quântica no final do século XIX;- Saber diferenciar as fontes naturais e artificiais que emitem ondas de Raios X;- Aplicar a lei de Bragg;- Relembrar o conceito de ondas eletromagnéticas e o fenômeno da Difração;- Conceituar Emissão e Absorção de Raios-X;- Exemplificar situações semelhantes do uso de Raios X no cotidiano.
AVALIAÇÃO	<ul style="list-style-type: none">- Confecção de Mapas Conceituais sobre a Física Moderna e os Raios X.

1.2 – Estrutura das aulas

SEQUÊNCIA DIDÁTICA - DISCIPLINA DE FÍSICA				
IDENTIFICAÇÃO:				
COLÉGIO EST. DR. JOSÉ GERARDO BRAGA				
3ª. SÉRIE – ENSINO MÉDIO		PROFESSOR: Ivanildo Fabrício de Oliveira		
Trimestre: 2º		Período: de 08 a 29 de junho de 2016.		
PROBLEMATIZAÇÃO:				
Quando fraturamos algum osso do nosso corpo, fazemos um Exame de Raios X, como seria possível encontrar no nosso cotidiano exemplos relacionados aos conceitos físicos de Raios X com aplicações tecnológicas?				
SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS:				
1ª SEQUÊNCIA: Como foi a descoberta dos Raios X e como são produzidos os Raios X? E como os raios X contribuíram para o surgimento da Física Moderna?				
<ul style="list-style-type: none"> • CONTEÚDOS: Contexto histórico do final do Séc. XIX e os Fenômenos que a Física Clássica não respondia: A Radiação de Corpo Negro; o Efeito Fotoelétrico e os Espectros de Raias dos elementos químicos; Descoberta, produção e aplicação tecnológica dos Raios X. 				
<ul style="list-style-type: none"> • COMPETÊNCIAS/HABILIDADES: <ul style="list-style-type: none"> - Conhecer a contextualização-histórica do final do Séc. XIX acerca dos desafios enfrentados pela Física Clássica; - Esboçar modelos que representem os fenômenos físicos observados na Radiação de Corpo Negro, no Efeito Fotoelétrico, nos Espectros Atômicos e nos Raios X; - Interagir virtualmente com a Animação/Simulação analisando a “Radioatividade”; Dos PCN’S temos: <ul style="list-style-type: none"> - Identificar diferentes tipos de radiações presentes na vida cotidiana, reconhecendo sua sistematização no espectro eletromagnético (das ondas de Rádio aos Raios Gama) e sua utilização através das tecnologias a elas associadas (radiografia, tomografia.); - Avaliar efeitos biológicos e ambientais do uso de radiações ionizantes em situações do cotidiano. 				
<ul style="list-style-type: none"> • TEMPO: 04 aulas necessárias 				
AÇÕES DE PESQUISA E ESTUDO		TAREFAS DE CASA	AVALIAÇÃO	
Equipe	Individual	Individual	Equipe	Individual
- alunos sentados individualmente: Professor dialoga com a classe sobre o assunto Raios X		- Pesquisa inicial: o aluno verifica com a família a quantidade aproximada de	Individualmente os alunos produzem um Mapa Conceitual-1 com seus	

<p>investigando os conhecimentos prévios que os alunos trazem consigo.</p> <p>Após, levantamento qualitativo dos conhecimentos prévios dos educandos, o professor expõem os passos para a construção de Mapas Conceituais.</p>	<p>exames de Raios X já realizados.</p>	<p>conhecimentos prévios.</p>
<p>- Em Equipes de 4 quatro integrantes para visitar o laboratório de informática, participar da Simulação “RADIOATIVIDADE”, conforme I Procedimento Metodológico visualizado no ANEXO I.</p>	<p>- Acessar novamente a simulação, se possível em casa, “Radioatividade”.</p> <p>- Responder no caderno as questões presente no final da Simulação sobre a produção, Radiações (Alfa, Beta e Gama) e a aplicação dos Raios X na Medicina, como por exemplo, a radiografia e a radioterapia.</p>	
<p>- Participação no debate em sala de aula sobre a simulação “RADIOATIVIDADE”.</p> <p>- Professor ministra a aula sobre os conceitos da Física Moderna e os Raios X.</p>	<p>- Pesquisa de aprofundamento nos livros didáticos, cedidos pelos Governos Estadual e Federal, anotando os conceitos sobre contexto-histórico da Física Clássica no final do Séc. XIX: Comportamento Dual da Luz, a Radiação de Corpo Negro, Efeito Fotoelétrico e a produção de Raios X.</p> <p>- Sintetizar a pesquisa e plotar no caderno figuras sobre as Lâmpadas de Crookes ou Tubos de Raios X e a geração dos Raios X.</p>	<p>Atividade de fixação 1 em Equipe:</p> <p>- Elaborar um texto conclusivo sobre os principais elementos que cercam o funcionamento da máquina de Raios X e a Aplicação na medicina.</p> <p>- Bem como um esboço (desenho) da máquina e a emissão dos Raios X pela lâmpada.</p>
<p>2ª SEQ.: Podemos ver a superfície das substâncias macroscopicamente, mas, como seria possível analisar as camadas energéticas ao redor do núcleo atômico dos sólidos cristalinos?</p>		

<ul style="list-style-type: none"> • CONTEÚDOS: Fenômeno da Difração de Raios X e a Lei de Bragg; Espectroscopia: Espectros Eletromagnéticos: Contínuo e Raias. 				
<ul style="list-style-type: none"> • COMPETÊNCIAS/HABILIDADES: <ul style="list-style-type: none"> - Compreender formas pelas quais a física e a tecnologia influenciam nossa interpretação do mundo atual, condicionando maneiras de pensar e interagir, como por exemplo, o exame de Raios X; - Compreender melhor os conceitos teóricos-científicos do mundo tecnológico; - Proporcionar ao aluno momentos para pensar, refletir, questionar sobre os fenômenos abordados, analisando o contexto histórico-social e o contexto social do aluno. 				
<ul style="list-style-type: none"> • TEMPO: 02 aulas necessárias 				
AÇÕES DE PESQUISA E ESTUDO		TAREFA	AVALIAÇÃO	
Equipe	Individual	Individual	Equipe	Individual
<p>Em Equipe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Usar o Acesso Remoto apoiado no II Procedimento Metodológico descrito no ANEXO I para analisar a amostra de cristal e os filtros metálicos por difração de raios X. - Seguir o roteiro de investigação no III Procedimento Metodológico para a utilização da máquina de raios X verificando graficamente os Espectros Contínuos, ângulos de Bragg e as intensidades energéticas medidas. 		<p>Pesquisar sobre o acesso remoto, o átomo de Bohr e o níveis de energia entre as camadas atômicas para o átomo de Hidrogênio.</p>	<p>Atividade de fixação-2 em Equipe:</p> <p>1ª Parte – Imprimir os gráficos dos espectros contínuos, tabelar os pontos de máxima a Intensidade de Absorção Energética (Imp#/s) e seus respectivos ângulos (2θ) e determinar a distância interplanar com ajuda da Lei de Bragg.</p>	
<p>- Professor ministra a aula finalizando sobre os conceitos da Física Moderna e os Raios X. Em equipe: analisam os gráficos.</p>			<p>2ª Parte - Analisar os gráficos dos filtros metálicos e identificar os pontos de maior absorção gerados a partir dos mesmos.</p> <p>Atividade questionário final - Individual: Esboçar um Mapa Conceitual-2 englobando a Física Moderna e os outros conteúdos pertinentes os Raios X. E responder a problematização acima.</p>	
<p>REFERÊNCIAS:</p>				

BURKARTER, E. et al. **Livro Didático Público – FÍSICA – 2ª. Edição.** SEED-PR, Curitiba: 2007. Cap. 12 pág. 195.

GASPAR, A. – **Compreendendo a Física Eletromagnetismo e Física Moderna – Volume 3.** Editora Ática, 2ª. Edição; São Paulo: 2014.

HALLIDAY, D., RESNICK, R. - **Fundamentos de Física. Vol. 4: Ótica e Física Moderna.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1991.

SILVA, C. X.; FILHO, B.B.; **Física aula por aula: eletromagnetismo, ondulatória, física moderna - Vol. 3 .1ª.** Edição, FTD, São Paulo: 2010.

SEED – Portal dia a dia educação. Disponível:

<http://www.quimica.seed.pr.gov.br/modules/links/uploads/1/133452001sim_qui_ra_dioatividade2.swf> Acesso em: setembro de 2015.

2 - Roteiro Experimental

TÍTULO: “Difração e Absorção de Raios X via Acesso Remoto”

I - PROCEDIMENTO: PASSOS PARA O ACESSO REMOTO

- Acessar o site: www.dfi.life.uem.pr (ou via programa: *TeamViewer 11*)

- Agendar um horário disponível com aparelho de Raios X ligado;

Acessando o *TeamViewer 11* como sendo o acesso remoto. Em seguida o *Measure* para controlar o Aparelho X-RAY EXPERT 4.0 (PHYWE) e o *NXT 2.0 Programming* para controlar o ROBO LEGO Mindstorms e girar os filtros metálicos dentro do Aparelho de Raios X. Os programas que podem ser utilizados no acesso remoto, estão dispostos na Figura 2.1.

O aparelho de Raios X será visualizado pela câmera digital instalada por meio do programa *Ivideon*.



Figura 2.1 - Programas computacionais utilizados.

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Os aparelhos X-Ray Expert 4.0, computador do LARI, câmera de vídeo e Robô Lego NXT estarão ligados, bem como a porta de radiação travada aparelho X-ray Expert 4.0, como mostra a Figura 2.2.

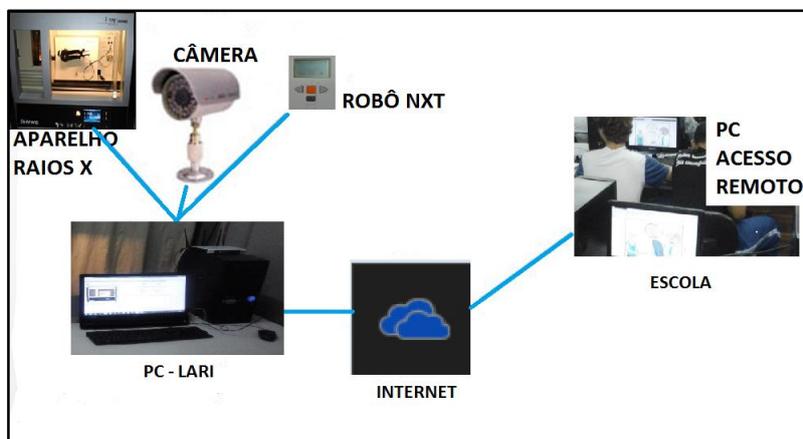


Figura 2.2 – Esquema das conexões entre os dispositivos.

II - PROCEDIMENTO: Realizando o Experimento

1ª ETAPA: SEM ROBÔ NXT

i. Inicie o programa "Measure" com o Aparelho X-RAY ligado. Verifique se a luz está acesa.

ii. Verificar se a alta tensão está em $U = 35,0$ kV e a emissão de corrente $I = 1,00$ mA.

Configuração do Goniômetro, conforme Figura 2.3:

CRISTAL: LiF – Ângulo de arranque 0° . E ângulo de paragem 50° .

MODO: ACOPLAMENTO 1:2 Ângulo do Cristal = em 0° .

ABSORVEDOR: Sem o Níquel (Ni).

- a largura por passo angular $\Delta\beta = 0,1$ (INCREMENTO DO DETECTOR).

- o tempo por passo angular $\Delta t = 2$ s (TEMPO DE INTEGRAÇÃO).

iii. Pressione a tecla MODO - ACOPLAMENTO 1:2 no dispositivo para permitir o acoplamento 2θ da amostra de LiF e o detector; definir o valor do limite angular inferior e superior em 0° e 50° respectivamente.

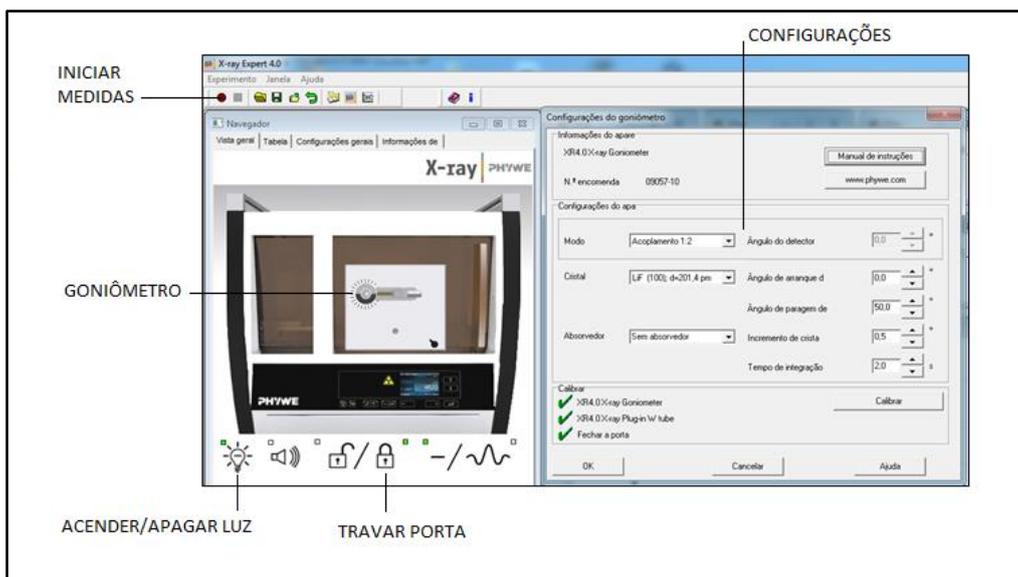


Figura 2.3 – Modelo de Configuração aparelho de Raios X.

iv. Pressione a tecla INICIAR MEDIDAS "BOLA VERMELHA". Durante as medidas e observe as imagens do Goniômetro por meio do programa Ivideon.

v. Quando a medição terminar, ou seja, depois de colher os dados, selecione "Enviar todos os dados para medir" no computador do LARI.

vi. Extrair da tabela os ângulos onde ocorreram os maiores picos de ABS. E aplicar na Lei de Bragg.

2ª ETAPA: COM ROBÔ NXT

Repetir o procedimento da 1ª. ETAPA, porém, com o ABSORVEDOR indicado na Figura 2.4. Iniciar o programa ROBÔ NXT para selecionar os metais: Cobre (Cu), Níquel (Ni), Chumbo (Pb) e Estanho (Sn).

vii. Quando a medição terminar, ou seja, depois de colher os dados, selecione a tecla “ENVIAR TODOS OS DADOS PARA MEDIR”, em seguida OK.

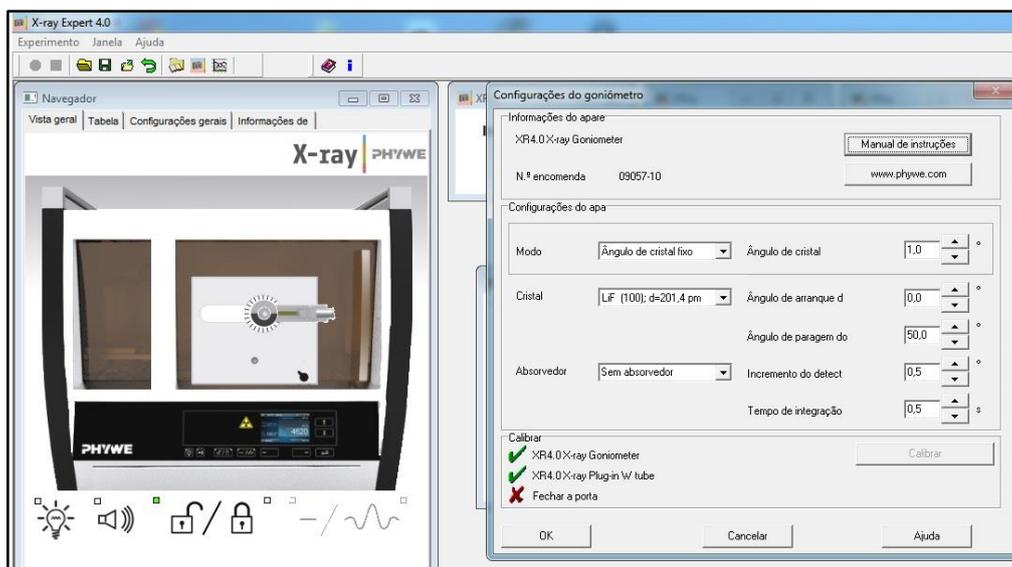


Figura 2.4 – Modelo de configuração de aparelho de Raios X.

III - ANALISANDO OS RESULTADOS

Tratamento dos Resultados

- i. Acesse as funções de avaliação do *software* "Measure", selecione o comando "ANÁLISE".
- ii. Selecione a opção "Análise de Pico".
- iii. Salvar suas medições e avaliações com um adequado nome de arquivo.
- iv. Comparar graficamente o Espectro dos picos medidos com os RESULTADOS ESPERADOS (Tabela 3.1).

3 – Resultados Esperados

Os valores experimentais esperados são listados na Tabela 3.1, bem como os gráficos esperados. Retomando nosso objetivo, que é determinar o ângulo de Bragg e o analisar o Espectro Contínuo obtidos no experimento, observa-se os valores dos ângulos, representados aqui pelo símbolo [°], oferecido pelo programa Measure X-ray Expert 4.0. Logo, estes valores de ângulos de Acesso[°] início da curva espectral, máximo[°], offset[°] determinando o fim da medida da curva. Haja visto, que para nosso trabalho, necessitamos do ângulo de valor máximo. Sendo mais conveniente, adotarmos os ângulos 21,4^o e o 47,4^o, e descartando o 6,5^o pois formou-se uma banda absorção muito larga, ou seja, as curvas que apresentam picos mais definidos são mais interessantes para esta pesquisa.

Ainda nesta análise é plausível a altura, ou seja, a intensidade (Imp #/s), valores visíveis nos Gráficos 3.1. 3.2 e 3.3 e a área da curva apontada pela Tabela 3.1. Nota-se no Gráfico 3.3 o empenho giratório do trocador de filtros metálicos evidenciando uma queda brusca na absorção metálica, indicando o bloqueio dos raios X pela placa metálica de Chumbo (Pb), principalmente.

Tabela 3.1 – Resultados obtidos na análise de pico.

Acesso[°]	máximo[°]	offset[°]	altura[# / s]	área[# / s°]
4,7	6,5	7,9	1094	2756,0
19,9	21,4	22,0	3107	1421,4
46,7	47,0	47,4	495	163,0

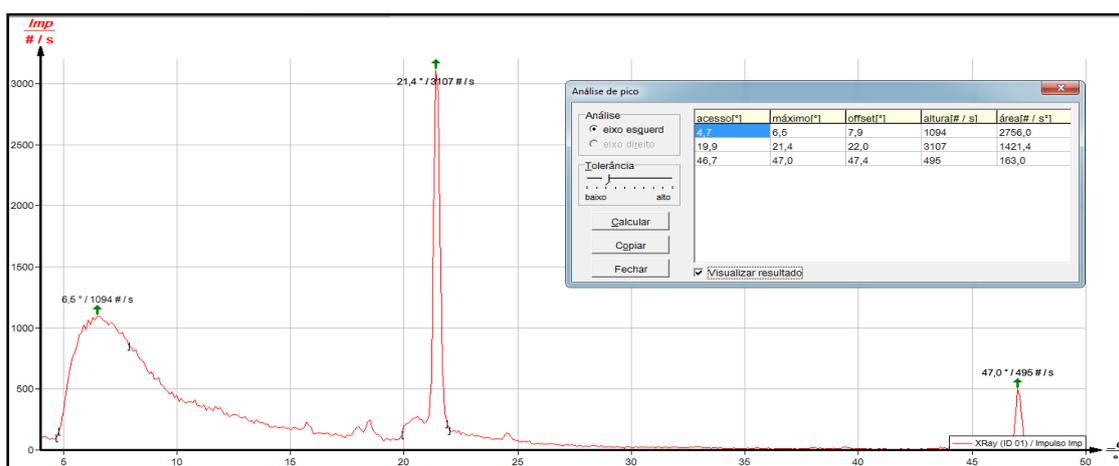


Gráfico 3.1 - Análise de pico LIF sem Absorção Metálica.

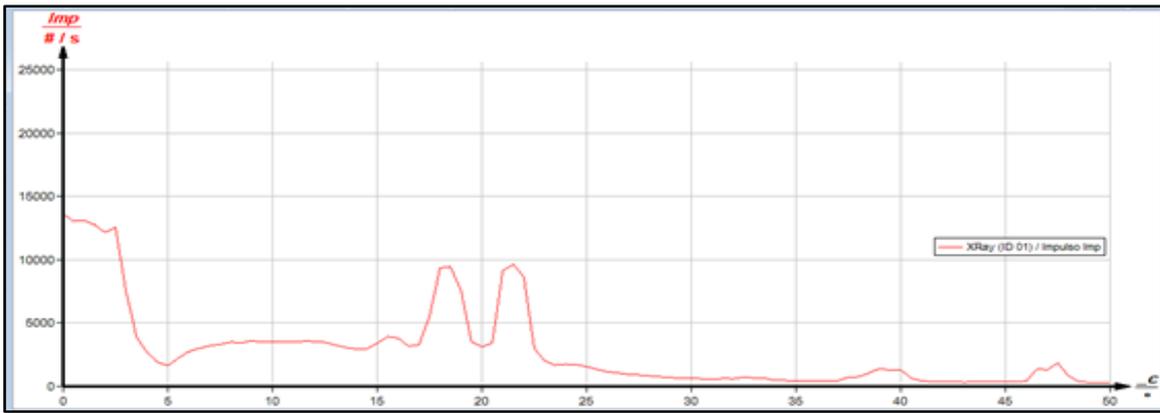


Gráfico 3.2 - Análise de pico LiF com Absorção de um metal apenas (Cu).

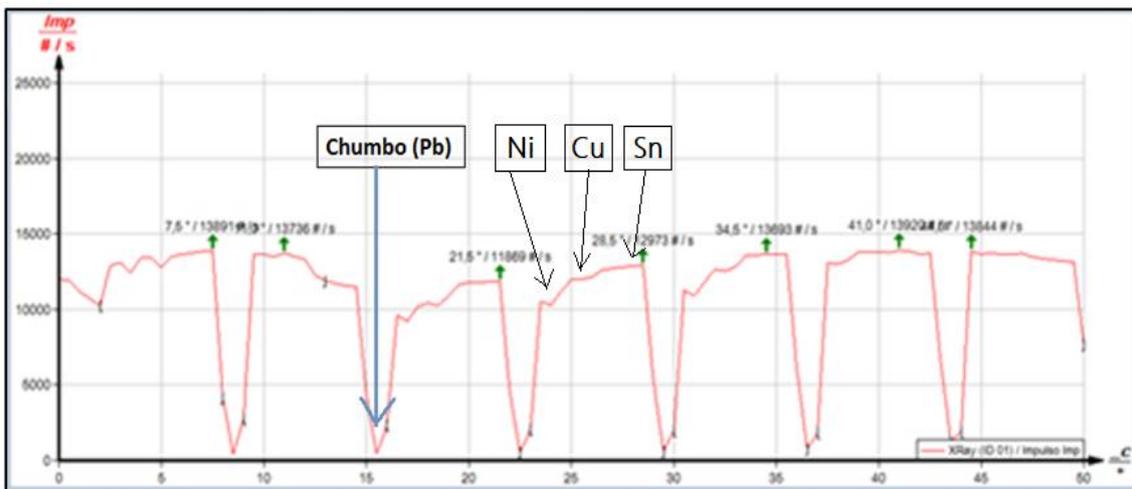


Gráfico 3.3 – Análise de pico com os Filtros Metálicos em rotação (Cu, Pb, Ni, Sn).

4 – Avaliação

Com os conhecimentos propostos neste trabalho espera-se que os alunos possam utilizar no cotidiano de suas vidas, como por exemplo, alta exposição e proteção aos raios X em exames radiológicos, a utilização de simulações nas mais diversas áreas da ciência e confecção de Mapas Conceituais sobre a Física Moderna e os Raios X.

Atividade de fixação 1 em Equipe: Resgate da Simulação

Participação no debate em sala de aula sobre a simulação “RADIOATIVIDADE”. Elaborar um texto, sintetizando sobre os principais elementos que cercam o funcionamento da máquina de Raios X e a Aplicação na medicina, bem como um esboço (desenho) da máquina e a emissão dos Raios X pela lâmpada.

Atividade de fixação 2 em Equipe: Acesso remoto aos Raios X.

1ª Parte - Imprimir os gráficos dos Espectros Contínuos obtidos da amostra de cristal com a máquina de raios X, destacando-se em uma tabela os pontos de máxima Absorção Energética (Imp #/s) e seus respectivos ângulos (2θ), assim como resolver exercícios teórico-matemáticos sobre a Lei de Bragg.

2ª Parte - Analisar os gráficos e identificar os pontos de maior absorção obtidos com os filtros metálicos.

Atividade de fixação 1 Individual: Física Moderna e os Raios X.

Esboçar um Mapa Conceitual-2 englobando a Física Moderna e os outros conteúdos pertinentes os raios X e responder a problematização acima.

