

*UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA*  
*CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO*  
*EM ENSINO DE FÍSICA*



03752099

**A INTRODUÇÃO DE FÍSICA MODERNA E  
CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO: UM ENFOQUE  
NO TEMA RAIOS X**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Maurício Pietrocola**

**PROPONENTE: Gilson A. da Silveira**

**FLORIANÓPOLIS – SANTA CATARINA**

**JANEIRO DE 2001**

**PARECER DA BANCA**

## FICHA CATALOGRÁFICA

SILVEIRA, Gilson A. da. **A introdução de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: um enfoque sobre a teoria dos raios X**

Florianópolis, 2001. 45p. Monografia (Especialização em Ensino de Física) – Curso de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador: Maurício Pietrocola

Defesa: abril/2001

Discussão sobre a real possibilidade de se trabalhar com Física Moderna no Ensino Médio, enfocando a teoria dos raios X, através da elaboração de um módulo de ensino.

## AGRADECIMENTOS

Aproveito esta página para deixar meus mais sinceros agradecimentos a todos os que possibilitaram a conclusão deste curso. Foram vários os finais de semana e períodos de férias que utilizamos para poder buscar um aperfeiçoamento e chegar à especialização. Neste período de dedicação, tivemos de abdicar de nosso descanso semanal e enfrentar as aulas no dia seguinte.

Agradeço, em especial:

- Ao Prof. Dr. Maurício Pietrocola Oliveira, pela excelente orientação e por ter me oportunizado conhecer um grande ser humano.
- À minha família, pelo muito que suportaram a minha ausência, entendendo meu isolamento.
- Aos professores do Curso de Especialização, por terem ensinado os vários paradigmas e correntes filosóficas: Arden Zylberstajn, José André Angotti, Maurício Pietrocola, Sônia Peduzzi, Demétrio Delizoicov, José de Pinho Alves Filho, Luiz Peduzzi, Erika Zimmermann, Nelson Canzian.
- Aos colegas de curso, pela amizade e troca de experiências.
- Aos amigos, pela torcida.
- À UFSC, que possibilitou minha formação desde a Graduação.
- À querida madrinha Sandra por toda a sua dedicação.

À minha esposa Vera e aos meus filhos Bruno e Mário que tiveram de abdicar de várias diversões em família e por terem muita compreensão e paciência durante este período.

## SUMÁRIO

PARECER DA BANCA.....	ii
FICHA CATALOGRÁFICA .....	iii
AGRADECIMENTOS .....	iv
SUMÁRIO.....	vi
INTRODUÇÃO .....	7
Capítulo 1 - O ENSINO MÉDIO E A FÍSICA MODERNA.....	9
1.1. A inserção de Física Moderna no Ensino Médio: Por que não? .....	9
1.2. A relação entre natureza e cotidiano. ....	12
Capítulo 2 - O TRABALHO EM SALA DE AULA .....	17
2.1. As dificuldades dos professores e a Transposição Didática .....	17
2.2. A transposição do conhecimento .....	18
Capítulo 3 - O MÓDULO DE ENSINO.....	21
INTRODUÇÃO .....	21
3.1. A materialização do módulo de ensino. ....	21
3.2. Plano de ensino .....	23
3.3. Os dados do questionário preliminar .....	27
3.4. Interpretação dos dados .....	30
3.5. A aplicação do módulo.....	32
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	36
ANEXO 1 O Tema Raios X .....	38
1 - HISTÓRICO .....	39
ANEXO 2 O Questionário Preliminar.....	51

## INTRODUÇÃO

Como professor de Física do Ensino Médio há 15 anos, venho trabalhando no ensino de Física Moderna desde de 1989. Tenho percebido diversas razões para a não aceitação de Física Moderna no Ensino Médio (EM) por grande parte dos professores. A primeira delas se deve à resistência dos professores, que insistem na manutenção do ensino tradicional que visa a matematização dos conteúdos. Em segundo lugar, existe uma grande carência de material didático que aborde este tema em termos de nível médio. Em terceiro lugar, a falta de formação dos professores que ministram aulas sobre este tema gera uma certa timidez em lidar com alguns tópicos. Observando os livros didáticos de segundo grau e algumas apostilas de curso pré-vestibular, pude verificar a pouca utilização da Física Moderna, em particular no que diz respeito aos conteúdos referentes a ondas eletromagnéticas como os raios x, raios gama, infravermelho, microondas e ondas de rádio. Por outro lado, são poucos aqueles livros didáticos que apresentam assuntos da FMC (Física Moderna e Contemporânea) de forma sistemática, articulada com o conteúdo programático escolar. Certamente isto vem contribuindo para o pouco interesse do corpo docente por esta área.

O desenvolvimento do trabalho se dá em três capítulos, sendo que cada capítulo possui a seguinte abordagem:

No capítulo 1 trabalhamos com a inserção da Física Moderna no Ensino Médio, já que a grande maioria dos autores de livros e dos professores encara a FM como conteúdo informativo e não formativo. Escolhemos a teoria dos raios X como foco de um trabalho de reflexão que se dará através da elaboração de um módulo de ensino que possibilitará a transposição didática desse conteúdo para o Ensino Médio.

O ensino de Física tem-se realizado freqüentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas de forma desarticulada, distante do mundo vivido pelos alunos e vazia de significado. É necessário que a inserção desse assunto evite a utilização de uma matemática mais complexa do que aquela abordada no Ensino Médio.

Privilegiamos o enfoque da não-linearidade. Enfatizamos neste capítulo que a construção do conhecimento deve acontecer através das competências adquiridas pelos alunos, relacionando o conhecimento e os conteúdos escolares com o cotidiano.

No capítulo 2 abordamos a Transposição Didática e os saberes presentes nesta transposição. Analisamos como o conhecimento científico se torna conteúdo escolar, baseando-nos no conceito formulado por Chevallard (1985). Ressaltamos que tal transposição passa por vários processos que interferem na definição do "saber a ensinar" e no "saber ensinado". Na análise deste último, localizamos o papel que o professor desempenha no processo e as dificuldades enfrentadas pelos professores do Ensino Médio em termos de materiais didáticos e recursos instrucionais, já que, na maioria das vezes, os produtos são concebidos como conteúdo informativo. A forte influência da mídia e a avassaladora corrente tecnológica estão presentes na vida dos estudantes e não podem ser ignoradas.

No capítulo 3, levando em consideração que cientistas e estudantes constroem modelos, mostramos as semelhanças e diferenças entre essas construções, discutimos o módulo de ensino e os resultados obtidos com a sua aplicação. Mostramos, neste capítulo, a influência sofrida pelos alunos entrevistados, devido à aplicação de um outro projeto realizado em 1998, e que utilizava o enfoque CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade). Tal influência levou os alunos à não diferenciarem a fonte de produção de raios X de radioatividade, apesar de muitos conseguirem classificar os RX como onda eletromagnética.



## Capítulo 1 - O ENSINO MÉDIO E A FÍSICA MODERNA

Neste capítulo, discutiremos inicialmente alguns aspectos relacionados à dificuldade de inserção da Física Moderna no Ensino Médio.

### 1.1. A inserção de Física Moderna no Ensino Médio: Por que não?

Ao se fazer uma reflexão sobre o ensino atual de ciências e o universo de interesse dos alunos, podemos verificar a pouca relação entre ambos. Esse desinteresse se deve pela maneira com que os conteúdos são escolhidos e apresentados dentro do enfoque tradicional.

Em geral, os problemas tratados na escola (são desvinculados do contexto de suas derivações), já não têm nenhum caráter científico. Por exemplo, ao ensinar estrutura atômica as questões que queremos responder, não são as mesmas que os cientistas tinham quando da elaboração da teoria. O estudo da estrutura atômica é apresentado aos alunos como um problema de interesse científico, sendo que para os cientistas, isto já não se constituiria mais em um problema, por se tratar de uma questão que já foi respondida satisfatoriamente. Os interesses dos cientistas e professores são diferentes devido aos objetivos que pretendem alcançar. No caso do modelo atômico, os cientistas tiveram por objetivo elaborar um modelo teórico que permitisse uma descrição da estrutura interna dos átomos; já os professores visam ensinar o conteúdo que precisa ser aprendido em si. A forma de ensinar não desperta o interesse dos alunos, pois estes não percebem a relação deste com o seu universo cotidiano.

Uma das razões deste impasse está na visão equivocada que encara o planejamento curricular como uma mera seleção dos conteúdos disciplinares. Há uma tradição estabelecida que identifica o conhecimento científico escolar como uma simplificação da ciência de referência.

*“Acredita-se que na simplificação operada não há perda na essência do conhecimento, mas apenas uma limitação da profundidade, centrada majoritariamente na definição dos conceitos envolvidos” (PIETROCOLA ET AL, 1999, p. 3).*

É comum, em cursos de preparação para os vestibulares e terceirões, trabalhar-se com os conteúdos de forma bastante simplificada. Isto faz com que o conhecimento científico seja (re)passado como se fosse uma receita. Isto também

acontece nos livros didáticos de ensino de Física. Não existe nestes cursos um interesse por parte do professor em ensinar os conteúdos de forma a fazer o aluno pensar. Por isso, este aluno acaba se tornando um mero repetidor de fórmulas. Existe nestes cursos um verdadeiro adestramento. A beleza de se trabalhar com o conteúdo de forma a fazer o aluno acompanhar o seu desenvolvimento ao longo dos séculos como, por exemplo, abordar a dualidade onda/partícula mostrando que as interpretações feitas em outras épocas são tão válidas quanto às de hoje - torna a aula muito mais agradável.

A linearidade com que o conhecimento é transmitido aos alunos deixa claro para estes que a ciência já resolveu tudo e que não se pode mais modificar ou criar. Os cientistas são vistos como absolutos.

Este caminho linear seguido no ensino tradicional torna desmotivador o conteúdo de Física, além de dificultar a apresentação dos conceitos de Física, muitas vezes distorcendo-os. Os alunos não parecem perceber que existe uma relação entre aquilo que aprendem nas aulas de ciências e os problemas formulados fora dela.

A situação vivida hoje pelo Ensino Médio (EM), tanto na caracterização dos alunos quanto dos professores é a base sobre a qual discuto, neste trabalho. A não-linearidade do ensino, a introdução da história da ciência e epistemologia, o esclarecimento de que a ciência é um produto inacabado e que muito tem a contribuir, que muito precisa melhorar, aperfeiçoar-se e avançar, é a alavanca motivadora para a apresentação dos conceitos e para o trabalho em sala de aula.

As descobertas feitas entre o final do século XIX e o início do século XX, tais como a descoberta do elétron e de sua carga, a introdução do modelo do átomo, a radioatividade, a dualidade onda-partícula (efeito fotoelétrico), entre outras, tiveram importância crucial, para a ciência e a comunidade como um todo. Seria difícil para um estudante de hoje deixar de lado tais conhecimentos. Estes estão *presentes* no seu dia-a-dia. É fortíssimo o envolvimento do aluno (como também de qualquer cidadão), nos dias atuais, com tecnologias avançadas como, por exemplo, o forno de microondas, o controle remoto de TV e garagens, os aparelhos de raios-x, a fotocélula, o bronzamento artificial, os sistemas de alarme, etc., além do envolvimento com processos e fenômenos que ocorrem em seu dia-a-dia, como a fotossíntese, o desbotar das roupas, o bronzamento, as areias monazíticas, a produção de energia (reatores nucleares). Os currículos e

programas tradicionais mostram a Física como uma sucessão de conteúdos em ordem hierárquica de dificuldade, deixando claro que somente a Física clássica é passível de ser lecionada no EM. A introdução da Física Moderna seria uma forma de quebrar essa hierarquia, relacionando os conhecimentos científicos com o cotidiano vivenciado pelo aluno. Carlos Daniel Ofugi, reforça ainda mais o tema que estamos discutindo, lembrando que:

*“A física é uma ciência, e como tal, se encontra sempre em desenvolvimento. No entanto, neste último século, a quantidade de inovações e rupturas com visões anteriores têm alcançado um número muito superior, se comparado aos anteriores. O espectro do conhecimento físico, tanto no sentido do micro, quanto do macro foi ampliado, em decorrência de rupturas com conceitos e significados clássicos. Teorias como a Relatividade Restrita, Relatividade Geral, Física Quântica, Física Nuclear e Estado Sólido têm servido de suporte para novas invenções, novas técnicas, novos conhecimentos, enfim, um novo panorama tanto da ciência como da sociedade (OFUGI, 2000, p. 25)”.*

Podemos notar essa profunda mudança através de seus reflexos tecnológicos, das “comodidades” disponíveis. Hoje em dia, ouvimos uma música gravada em CD e manuseamos videogames que utilizam transistores; a iluminação pública e os alarmes contam com fotosensores; o laser tem revolucionado as técnicas cirúrgicas; a odontologia e a medicina utilizam os raios X e os telefones celulares revolucionam as comunicações.

Mesmo os fenômenos da natureza (como a luz e sua produção pelo Sol e estrelas, além da fotossíntese), podem ser melhor compreendido se utilizarmos a Física Moderna e Contemporânea (FMC).

Tais temas são interessantes, abrangentes e atuais, e não podem ser deixados de lado.

Por que não abordá-los no Ensino Médio?

## 1.2. A relação entre natureza e cotidiano.

O mundo atual está profundamente modificado pela tecnologia. Constatando o artificialismo generalizado, algumas empresas apóiam-se em um marketing de retorno ao naturalismo. O sanduíche natural é um bom exemplo desta estratégia, mas serão eles mais naturais do que aqueles vendidos nas lanchonetes tipo fast-food? Fourez utiliza o termo 'mundo tecno-natural' para designar esta imbricação entre o natural e o tecnológico. A Física é uma ciência da natureza e, como tal se propõe a conhecê-la da forma mais precisa possível. O mundo tal qual representado pela Física surgiu pela relação com os conhecimentos científicos, através das teorias que auxiliaram os físicos durante séculos de pesquisa, visando entender a natureza. Este mundo Físico está intimamente relacionado com o cotidiano, pois a natureza faz parte de ambos. Segundo Pietrocola:

*“O nosso cotidiano está fortemente povoado por equipamentos oriundos das tecnologias atuais, cujos princípios de funcionamento se relacionam, direta ou indiretamente, com conhecimentos físicos. Computadores, leitores de CD, telefones celulares, fotocopiadoras entre outros povoam o cotidiano dos indivíduos desse final de século XX, de tal forma que o termo tecno-natureza<sup>1</sup> tem sido utilizado para designar este ambiente tecnologicamente modificado”.(FOUREZ, apud Pietrocola, 1999, p.3).*

Neste sentido, os temas de FMC parecem mais adaptados a uma educação para a vida de hoje do que aqueles atualmente ensinados no EM. Estes últimos se destinam a uma educação propedêutica, visando as carreiras científicas e tecnológicas.

Para a grande maioria dos jovens que freqüentam as nossas salas de aula, o Ensino Médio tem sido um ponto final: será a última vez em que verão o conteúdo de Física.

---

<sup>1</sup> O termo tecno-natureza é muito utilizado, pelos estudiosos das relações ciência tecnologia e sociedade. Ver Fourez (1994)

A realidade sócio-econômica que nossos estudantes vivem hoje não pode ser desprezada, pois a grande maioria não alcançará o Ensino Superior. Uma parcela muito pequena dos jovens consegue ultrapassar este obstáculo. As pesquisas nos mostram que no Brasil a escola média tem um caráter de terminalidade para os poucos que a freqüentam. Terrazzan, em sua tese de Doutorado, relata que:

*“Para uma primeira e principal interpretação do termo terminalidade, devemos lembrar que, para um grande contingente dos nossos poucos privilegiados, a física escolar de 2º grau será o único contato, na sua escolarização, com a ciência física”. (TERRAZZAN, 1994, p.38).*

Bem ou mal, uma pequena parcela aproveita o espaço para a sua formação, conseguindo sobreviver a três longos anos de conteúdos desconexos e sem vínculo com a prática. Desta maneira, vimos que é mais do que necessário trabalhar bem os conteúdos de FMC, de forma a fazer com que esta pequena parcela da população, tenha acesso à Física de maneira a facilitar o conhecimento e entendimento do seu cotidiano, sendo a FMC um destes instrumentos, ou seja, uma ferramenta necessária para este trabalho.

Podemos perceber que a Física tem grande importância na formação dos alunos, preparando-os para uma melhor compreensão do mundo que os cerca e capacitando-os para o exercício da cidadania. Nesta proposta, a Física deve ser vista e trabalhada como instrumento que possibilita ao estudante entender e reconhecer os mecanismos da construção da tecnologia que o cerca. A perspectiva de abertura de horizontes deve ser bem trabalhada pelo professor, de forma a inserir o aluno no contexto mais amplo do mundo tecno-natural. Nas palavras de Fourez:

*“Una persona alfabetizada científica y técnicamente es capaz de:*

- *utilizar conceptos científicos e integrar valores y saberles para adoptar decisiones responsables en la vida corriente.*

- *Reconocer tanto los limites como la utilidad de las ciencias y las tecnologías en el progreso del bienestar humano.*
- *Conocer los principales conceptos, hipótesis y teorías científicas, y ser capaz de aplicá-los". (FOUREZ, 1994, p.27).*

Muitos dos jovens que saem da escola acabam por estabelecer uma barreira e não conseguem transferir os conhecimentos científicos para tomar decisões no seu dia-a-dia, sendo incapazes de aplicá-los. Essa barreira entre ciência e cotidiano deve ser quebrada, e cabe ao professor o papel de condutor neste processo de quebra, dando ao aluno alento e confiança.

Nesse sentido, abordarei a inserção de FMC no Ensino Médio como viável, eficaz e necessária, pois já existe uma defasagem de um século entre a produção do conhecimento e seu estudo.

Ao longo dos últimos anos, tem havido crescente interesse, por parte dos alunos e professores, nos temas de Física Moderna. Esse interesse se deve, em parte, aos sinais de esgotamento do ensino tradicional de Física, que se manteve inalterado nos últimos 50 anos. Por outro lado, o mundo técnico e científico em que vivemos faz com que os alunos tenham uma imensa ansiedade em aprender e compreender o mundo à sua volta, buscando cada vez mais informações. George Snyders, em seu livro *Alegria na Escola*, sugere uma abordagem sobre este tema:

*"...satisfação de compreender que o mundo é compreensível. A alegria de compreender é a alegria de ultrapassar a magia, que é encantadora, rica das mais loucas esperanças...(...) Ruptura e continuidade – por toda uma parte o conhecimento é ruptura com o conhecimento habitual. Pode-se perceber isso especialmente a partir da história das ciências, e é uma das razões pelas quais ela deveria representar um papel no ensino científico: há uma história das ciências, um progresso das ciências e as concepções novas foram arrancados de viva luta das representações habituais que não tinham em si nada de insensato e que, para algumas, enraizaram no decorrer dos séculos. Como ir além – o progresso do conhecimento é*

*ruptura e uma intervenção daquele que já sabe é indispensável para suscitar essa ruptura, o que não significa de modo algum introduzir noções totalmente prontas, totalmente feitas...”.(SNYDERS, 1988, p.98/99).*

Muitas das tentativas de inserção de FMC no Ensino Médio acabam por fazê-lo de forma eminentemente técnica, como se se tratasse de uma discussão meramente científica. Perde-se desta forma a ocasião privilegiada para discutir a dinâmica da atividade científica.

*“La introducción de la Física Moderna se plantea sin tomar como punto de partida las dificultades insuperables que originarán la crisis de la física clásica, los límites de validez de ésta, ni intentar mostrar las diferencias entre la visión clásica y la moderna sobre el comportamiento de la materia. En definitiva, la enseñanza de la Física Moderna viene caracterizada por una introducción desestructurada que simplemente yuxtapone (o incluso mezcla) las concepciones clásicas e las modernas. Perjudicando por tanto la correcta comprensión de ambas y proporcionando una imagen deformada (muy lineal) de cómo se desarrolla la ciencia y de la propia metodología científica”. GIL ET AL (APUD TERRAZZAN, 1994, P73/74).*

Às vezes não se coloca para o aluno que o conhecimento científico é uma construção humana. A ciência como um todo é repassada como um produto acabado. O professor deixa que o conhecimento nas aulas tradicionais de Física torne-se desnecessário, por não estabelecer relação com o mundo real e vincular-se quase que exclusivamente com o mundo escolar. (Pietrocola, 2000).

Para conhecer as palavras de Deise M. Vianna, se faz interessante citar parte do trabalho publicado no Caderno Catarinense de Ensino de Física (1994):

*“Qual a nossa concepção para o ensino de física (ciências)?*

*Enfatizamos que a ciência e a tecnologia têm ligações intrínsecas com o desenvolvimento e necessidades sociais. Enfim que esta*

*ciência de que tanto falamos é produzida por homens, que tem seus erros e seus acertos; que nem tudo que foi verdade num determinado momento continuará correto pela eternidade, já que acontecem rupturas<sup>2</sup>".* CADERNO CATARINENSE DE FÍSICA, 1994, P.81).

---

<sup>2</sup> Deise Miranda Vianna, Kátia N. Pinto, Sérgio Ferreira de Lima, IF-UFRJ.



## Capítulo 2 - O TRABALHO EM SALA DE AULA

### 2.1. As dificuldades dos professores e a Transposição Didática

Os alunos, diante de uma avassaladora corrente tecnológica, em constante mudança e que está sempre presente no cotidiano, não ignoram a gama de informações que recebem através das várias formas de divulgação científica.

Podemos citar os programas e/ou canais televisivos - por exemplo, a programação da Discovery Channel - que oferece relatos de descobertas científicas, biografias e invenções, as revistas de divulgação científica como a Superinteressante, a Galileu e a Ciência Hoje, que transmitem ao público em geral as notícias do mundo da ciência.

Estão disponíveis no mercado da informação, diversos recursos passíveis de utilização em sala de aula, como por exemplo recortes da Folha de São Paulo e fitas gravadas de programas televisivos. Este tipo de material é de fácil acesso, tanto para as escolas particulares, como para as escolas públicas.

Existe uma lista enorme de formas de divulgação científica que não cabe aqui apresentar, pois estaremos nos desviando do objetivo deste trabalho.

Poderíamos defender a idéia de que tais informações transmitidas através da mídia falada ou escrita seriam suficientes para que um cidadão tivesse conhecimento da ciência, das tecnologias, da Física Moderna em si. Mas não é fácil para qualquer proposta de ensino, nas áreas científicas, lidar com o que nos mostra a mídia:

“O cientista é aquele que tudo sabe!”

“A nova descoberta científica acabará com as doenças!”

“O cientista com o seu método chegará a uma verdade absoluta!”

“A sociedade não interfere no desenvolvimento científico!”

Mas qual o poder de crítica que uma pessoa sem formação acadêmica possui?

O jornalismo científico, embora importante, não tem caráter formador. A mídia informa o cidadão que, por sua vez, deve poder interpretar, contextualizar e se posicionar frente à realidade, ao conhecimento e à própria mídia. Os professores enfrentam em sala de aula um debate com os alunos, onde aparece a

dificuldade em abordar tais temas com razoável profundidade. Alguns dos motivos certamente deve ser por não saber transpor e por não ter familiaridade com o tema em questão.

Os recursos instrucionais disponíveis hoje cresceram muito em relação a décadas anteriores. Partindo de dois ou três livros clássicos de Física na década de 70, o EM conta hoje com uma boa dezena de obras, com vários enfoques diferentes. No entanto, o que se observa é que a grande maioria continua ainda muito ligada aos conteúdos clássicos, apresentados de forma tradicional, seguindo o molde dos livros universitários básicos.

Apesar do investimento feito pelas instituições em cursos de pós-graduação para os professores do EM, ainda são modestas as iniciativas voltadas para a atualização de conteúdos curriculares, principalmente nos livros didáticos. O que tem prevalecido são as formas-padrão de apresentação de conteúdos ligados à mecânica clássica e ao eletromagnetismo.

## **2.2. A transposição do conhecimento**

A construção dos saberes deve ser transposta do nível do cientista para uma forma didática adaptada aos estudantes. Neste processo, espera-se que o professor seja capaz de repassar ao aluno um conhecimento construído de forma singular, visando torná-lo um cidadão crítico e seguro.

Ao abordar os saberes envolvidos no processo de TD, Chevallard define em três tipos: o saber sábio, que são os textos científicos, os livros de referência (saber científico, nível elevado); o saber a ensinar, aquilo que está presente nos programas, livros didáticos e manuais (livros de Ensino Médio); o saber ensinado, aquilo que é ensinado em sala de aula pelo professor. M. A. Perreli, em sua dissertação de mestrado, apresenta uma abordagem sobre este tema, citando Chevallard:

*“Quando um “savoir savant” passa para uma versão didática, sofre transformações significativas. Chevallard alerta para a importância de compreender o que caracteriza cada um destes saberes e os processos envolvidos nas suas transformações. Segundo ele, focalizar o saber desta maneira poderá fazer com que deixemos de*

*considerá-lo como um “dado”, um objeto inerte e, com isto, poderemos colher alguns bons progressos no campo das pesquisas nas didáticas das ciências”. (PERRELI, 1996, p.69).*

A transposição entre os saberes ocorre de forma indireta, através de um processo de modificação (transformação) em direção à conformidade com pressupostos didático-pedagógicos aplicáveis ao Ensino Médio. Isto faz com que durante a transposição didática, o saber sofra processo de *despersonalização*, em que o conhecimento é divulgado de forma universal, impessoal, seguindo uma construção lógica e formal; de *descontextualização*, onde a história ligada à pesquisa é suprimida, não havendo ligação com sua origem; e de *desincretização*, ocasionado pela extração do saber de seu ambiente epistemológico. Quando não observado com clareza pelo professor este processo gera uma dificuldade no trabalho em sala de aula.

A escola tem dificuldade de trabalhar com temas atuais, pois estes são menos consensuais. Isto acaba gerando uma certa barreira para enfrentar o novo.

M. A. Perreli, em sua dissertação de mestrado, nos sugere ainda que:

*“Em função da aposta na importância do conteúdo programado, há uma preferência dos textos escolares pelos saberes vistos como mais consensuais, que estejam em vigor, mais estáveis na comunidade científica. A escola tem dificuldade de trabalhar com temas cujos desacordos e incertezas ainda estão muito explicitados por essa comunidade. Tais temas ficam, em geral, fora do saber a ensinar. Pensando assim, pode-se levantar a hipótese de que uma das razões pelas quais a escola acha difícil ter temas “incertos” como saber a ensinar é a pressão da avaliação. Por quê? O sistema de ensino parece não saber como avaliar aquilo que o aluno deve saber daquilo que a ciência não sabe.*

*Daí porque os saberes escolares parecem ser, em sua maioria, afetos às ciências de tradição mais antiga, aquelas em que o saber praticamente deixou de “viver” dentro da comunidade científica. Em outras palavras, há uma preferência da escola pelos saberes que não estejam sendo sujeitos a grandes reformulações no seio da*

*comunidade científica. A escola prefere lidar com saberes cristalizados e isto vai tornando cada vez mais apagado dos textos didáticos, o quadro teórico dos saberes científicos, seus métodos, suas histórias, sua evolução, sua "vida"...*

*Em resumo, há relações entre avaliação e escolha dos conteúdos escolares nem sempre muito claras aos olhos daqueles que vivem o dia a dia da escola. Para que um determinado conhecimento tenha o direito de figurar como conteúdo escolar é preciso que seja possível ensiná-lo e avaliá-lo". (PERRELI, 1996, p.77).*

Na escola essa transposição sofre, modificações devido ao tempo legal a que o professor fica submetido o que tem como consequência o desprezo por muitas perguntas feitas pelo aluno.

A noosfera é a responsável pelas pressões exercidas no processo de passagem de um saber a outro, sendo seus agentes ativos os cientistas, professores, diretores, políticos (principalmente os ligados à secretaria e ministério da educação), autores de livros didáticos e outros que mantenham relação com ensino, de forma direta ou não.

Para Chevallard, *"a noosfera é a esfera onde se pensa o funcionamento didático e que intermedia a passagem de um saber para outro, funciona como um filtro. Nela se opera a interação entre o sistema e o ambiente social [...]; aí se encontram todos aqueles que, nas linhas de frente do funcionamento didático, se afrontam com os problemas que nascem do encontro com a sociedade e suas exigências; aí se desenvolvem os conflitos, aí se conduzem as negociações, aí amadurecem as soluções". CHEVALLARD, (apud M.A PERRELI, 1996, p.81).*

Então, como fazer a transposição de conteúdos de FMC?

## **Capítulo 3 - O MÓDULO DE ENSINO.**

### **INTRODUÇÃO**

O texto a seguir refletirá uma preocupação em adequar o conteúdo científico do tema raios X, para um público de estudantes do EM. Este texto é fruto de vários anos de experiência em sala de aula. O conteúdo bem como a transposição didática foi ao longo de minha prática sendo adequados e otimizados. Portanto não houve uma mudança imediata, não houve uma TD imediata, houve sim uma adequação do conteúdo no momento em que se fazia necessário.

O nivelamento aconteceu na medida em que o conhecimento do aluno apresentava barreiras e a introdução de analogias corrigia eventuais desentendimentos do conteúdo. Para a introdução do tema RX em sala de aula se faz necessários alguns pré-requisitos.

- 1- Introdução da teoria de ondas eletromagnéticas de Maxwell e a experiência de Hertz.
- 2 - A descoberta do elétron por J.J. Thomson.
- 3 - O efeito fotoelétrico de Einstein com a teoria do fóton e os trabalhos de Max Planck.

Após o aluno ter o conhecimento de onda eletromagnética e da teoria do fóton com suas respectivas faixas de energia, fica mais fácil trabalhar com o tema RX.

No início houve trabalhos em sala onde o tema RX era passado antes, mas esbarrava-se na teoria dos fótons e níveis de energia para explicar a produção de raios X, que com o passar do tempo fui moldando e verifiquei que sua discussão após os pré-requisitos ficou mais fácil de trabalhar e mostrar ao aluno sua real identidade como onda eletromagnética e não como fonte de material radioativo.

#### **3.1. A materialização do módulo de ensino.**

Ao despertar o interesse nos alunos sobre temas que estão presentes no dia-a-dia, pode-se avançar com o conteúdo de forma diferente, fugindo da maneira tradicional de ensinar. Precisamos materializar esta possibilidade num

módulo de ensino, capaz de apresentar os conceitos de Física Moderna numa linguagem acessível aos alunos.

Durante a elaboração do módulo de ensino (vide anexo 1), tivemos a preocupação de seguir alguns requisitos básicos da transposição didática. Esperamos que o objeto de ensino proposto seja “ensinável” e “avaliável”. De outra forma, ele acabaria por se tornar apenas uma experiência didática. Este módulo de ensino pretende ser uma ferramenta de trabalho para o professor, em sala de aula, e ao mesmo tempo de grande utilidade para o aluno, contribuindo para o mundo moderno que o cerca.

A tendência dos livros em encarar como óbvios certos conceitos, “simplificando-os”, acaba por tornar os textos ininteligíveis. Procuramos evitar estas armadilhas, tentando tornar a apresentação dos conceitos clara e não simples. Não se pode tornar fácil o difícil (a não ser deturpando-o), mas pode-se abordar temas difíceis com clareza (DUTRA, 1998).

Para a elaboração do módulo de ensino, foram analisados<sup>3</sup> alguns livros didáticos do Ensino Médio<sup>4</sup> e superior<sup>5</sup>, apostilas de curso pré-vestibular, artigos e revistas de divulgação científica<sup>6</sup>, sendo de extrema importância à adaptação destes conteúdos ao Ensino Médio, considerando os fatores presentes na relação ensino-aprendizagem dentro da sala de aula.

Beatriz Alvarenga Álvares sugere uma abordagem sobre este tema:

*“Em estudos mais recentes, nota-se grande preocupação dos especialistas com a inteligibilidade dos textos. Esse termo, usado para traduzir a palavra inglesa “readability”, foi criado para expressar a propriedade que o material escrito deve possuir no sentido de facilitar a compreensão de quem lê. Costuma-se analisar a inteligibilidade dividindo o conceito em três aspectos distintos: a legibilidade (referente ao tamanho e tipo das letras, comprimento das frases, largura das margens, etc, que influem na facilidade da leitura); o interesse (referente a atração que o conteúdo exerce sobre*

---

<sup>3</sup> Não como referência bibliográfica para a elaboração do módulo, mas como referência para a análise dos temas abordados nestes livros e exercícios propostos.

<sup>4</sup> Beatriz Alvarenga Álvares, Ivan Ramalho, Marcos Chiqueto, entre outros.

<sup>5</sup> Halliday Resnick, Alonso e Finn, Sears Semanski, etc.

<sup>6</sup> Caderno catarinense de ensino de física, revista super interessante...

*o leitor); e a dificuldade (referente à linguagem usada, à natureza dos termos empregados, à estrutura das frases e a própria natureza dos conteúdos, além do relacionamento da linguagem usada com a das camadas sociais a que o texto se destina)". (ALVARES, 1999, p.27).*

A seqüência de conteúdos, tanto para os livros utilizados no Ensino Médio como nos dirigidos a cursos superiores, mantém uma certa similaridade, apresentando a mesma seqüência de pré-requisitos. Na maioria destes exemplares, a Física Moderna é colocada no último bloco. Muitas vezes, tais temas são abordados em capítulos associados aos autores e suas descobertas.

A teoria dos raios X é, em geral, abordada apenas como curiosidade, como leitura complementar, ou seja, como conteúdo informativo e não formativo para o Ensino Médio. Analisando o tema 'raios X', é possível escrever o módulo de ensino numa linguagem acessível, aplicá-la em sala de aula e por fim analisar e avaliar os resultados obtidos, verificando com isto sua eficácia. Desta forma, poderemos usar como mais um material útil (fonte) para uso do professor e do aluno no Ensino Médio.

A proposta deste projeto é produzir um módulo de ensino, para o Ensino Médio sobre o tema 'raios X', partindo da perspectiva que o tema RX, é motivador, rico em interesse humano, capaz de estimular a discussão e o debate. Neste processo, vamos destacar a importância dos RX no caminho da construção de entendimentos de conceitos, para permitir ao aluno um melhor entendimento do seu cotidiano.

### **3.2. Plano de ensino**

O módulo de ensino foi aplicado numa escola da rede particular de ensino, em Florianópolis, no segundo semestre do ano de 2000. Foi escolhida uma turma da 2ª série do Ensino Médio. Foram dedicadas a este trabalho 16 horas/aulas (45 minutos), obedecendo à seguinte estrutura:

<b>Nºde aulas</b>	<b>Encontros</b>	<b>Assunto trabalhado</b>
02	1º	<i>Motivação; geração do debate; questionário.</i>
02	2º	Luz onda/partícula; história da ciência.
01	3º	História dos raios X
02	4º	Tubo de raios catódicos; descoberta do elétron e RX.
01	5º	Produção e aplicação dos raios X.
02	6º	Estudo das ondas eletromagnéticas e espectro.
02	7º	Pesquisa na internet.
02	8º	Exercícios.
02	9º	Avaliação escrita.

Na busca de parâmetros para a aplicação do módulo, o primeiro passo foi obter dos alunos uma prévia do conhecimento que tinham sobre o tema, ou seja, buscar as suas concepções espontâneas.

No 1º encontro, com duração de duas aulas, os alunos preencheram um questionário (anexo 2) que acabou por gerar um debate, seguido dos comentários feitos às respostas dadas. Essa parte da aula serviu de alavanca motivadora e para se obter as concepções espontâneas dos alunos sobre o tema.

No 2º encontro, trabalhei com a epistemologia da ciência, buscando levar aos alunos a construção do saber através da história da ciência, desde os trabalhos de Newton e Huygens no confronto sobre a natureza da luz (século XVII), passando pela teoria do *éter*, pelos trabalhos de Young, Einstein, Planck, Maxwell e Hertz, para mostrar a teoria das ondas eletromagnéticas e a teoria dos fótons. Sendo uma aula expositiva, houve tempo suficiente para mostrar aos alunos a dificuldade enfrentada pelos cientistas quanto à aceitação de suas idéias e à comprovação das mesmas, como, por exemplo, o fato da luz ser encarada por



Huygens como onda<sup>7</sup>, provocando, durante alguns séculos a procura do misterioso éter que comprovaria a sua teoria.

No 3º encontro, trabalhei com a descoberta dos raios X e sua dificuldade de aceitação, pela sociedade alemã no final do século XIX e início do século XX. Röntgen enfrentou um impasse quando encontrou os tais raios, que não correspondiam às deflexões esperadas, como acontecia com os raios catódicos de Thomson e seus experimentos com as placas de revelação fotográfica, que na época estava em processo de desenvolvimento. Isto levou os alunos a um pequeno debate e questionamento dos porquês.

Tornou-se bastante atraente essa viagem pelo tempo, onde pudemos ver o grande empenho do estudante no tema trabalhado. A origem da fotografia, a sua grande utilidade na época e o seu estabelecimento como profissão rentável e com muito status, despertaram um grande interesse, o que gerou um trabalho extraclasse sobre técnicas de fotografia.

O 4º encontro foi uma continuação do 3º, com o aprofundamento dos trabalhos desenvolvidos por J.J. Thomson durante a descoberta do elétron, seguido pelos experimentos de Philipe Lenard, também com tubos de raios catódicos, até chegarmos a Röntgen e à descoberta dos raios X.

No 5º encontro, trabalhei com o tema raios X, dando enfoque à produção e à aplicação dos raios X, seus efeitos no corpo humano, seu uso em consultórios médicos e odontológicos, ressaltando os cuidados que se deve ter. Neste ponto, o professor deve ressaltar que o comportamento dos raios X não é o mesmo dos raios catódicos de Thomson, pois os mesmos não sofrem deflexões na presença de campos elétricos e magnéticos.

O 6º encontro foi o mais interessante, pois nele apresentamos o espectro eletromagnético, com todas as faixas de frequência, desmistificando de vez a produção de raios X com a fonte material radioativo.

Ao se introduzir o conceito de ondas eletromagnéticas (teoria de Maxwell), faz-se um paralelo com os trabalhos de Hertz, quando da comprovação das ondas eletromagnéticas. Seguramente, essa teoria das ondas eletromagnéticas está de acordo com a teoria da Física Clássica.

---

<sup>7</sup> Na época todas as ondas eram classificadas como ondas mecânicas e, portanto necessitavam de um meio material para se propagar. O éter na verdade serviu como uma **muleta** científica, pois era por ele que a luz se propagava, só faltava provar a sua existência.

Então, por que os RX enquadram-se na FMC?

Esse passa a ser um ponto de extrema importância, pois quando se explica a produção de RX, o professor deve discutir o átomo de Bohr. Quando os elétrons saltam de uma camada para outra, emitem quantas de energia (Planck) ou fótons (Einstein), que são pacotes de energia e possuem uma frequência característica, expressa pela relação  $E = h \cdot \nu$ . O aluno fica então na dúvida a respeito de se tratar de onda ou partícula, como aconteceu com a luz na 'disputa' entre Christian Huygens e Isaac Newton, no século XVII!

O professor tem a oportunidade de explicar as teorias a respeito das ondas e as teorias corpusculares, ressaltando que as ondas eletromagnéticas estão em ordem de frequência no espectro eletromagnético. Neste momento, deve-se mencionar que certas ondas apresentam mais o comportamento corpuscular do que o ondulatório, como ocorre no efeito fotoelétrico. Usa-se muito, para elucidar esse comportamento das ondas eletromagnéticas na dualidade onda/partícula, uma analogia bastante interessante utilizada por Ernest Hamburger em seu livro *O que é Física*. Analogamente à dualidade onda/partícula, a água apresenta-se de forma conjunta e ao mesmo tempo pode-se apresentar em gotas. Vale ressaltar, que, nesta oportunidade, falei da diferença **quanto à produção** de raios X e raios gama.

No 7º encontro, fizemos uma pesquisa na internet, dividindo os 14 alunos em sete grupos, o que permitiu resgatar publicações feitas na época sobre a descoberta dos raios X e sua respectiva repercussão perante a sociedade. Foi na verdade uma aula mais de exploração e viagem, fazendo com que o aluno compreendesse a necessidade de se ter conhecimento amplo do assunto, adquirindo a noção de que este foi construído aos poucos, através da contribuição dos vários cientistas, e de que o conhecimento é busca e vai se aprimorando aos poucos (Popper, 1980).

O 8º e 9º encontros permitiram a finalização dos trabalhos com aulas de exercícios e avaliação final, possibilitando ao estudante compreender e saber explicar as teorias, o espectro eletromagnético, às ondas eletromagnéticas que são prejudiciais à saúde e as que não causam danos ou cujos efeitos nocivos não foram comprovados.

Aproveitando um material próprio sobre o tema raios X, utilizado nas aulas de um curso pré-vestibular, pôde-se dar início à elaboração do módulo de ensino, sendo este material o precursor do módulo.

### 3.3. Os dados do questionário preliminar

O questionário elaborado e entregue aos alunos envolvia seis (6) questões:

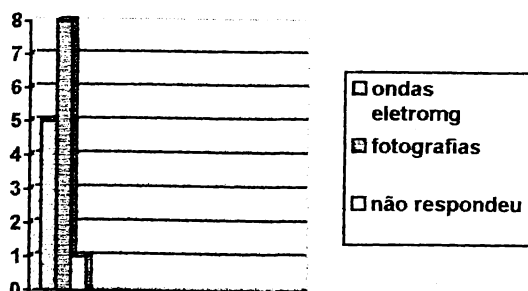
1. O que você entende por raios x?
2. Os raios têm a mesma natureza das microondas?
3. Existe alguma relação entre os raios x e as ondas de rádio FM?
4. Os raios X provocam danos à saúde? Quais?
5. Existe alguma relação entre os raios X e material radioativo?
6. O que você acha que tem no aparelho de raios X, qual a sua fonte?

A coleta de dados desta pesquisa centrou-se em entrevistas, na análise do questionário e em comentários com os alunos sobre as respostas dadas. Participaram desta entrevista 14 alunos da 2ª série do EM de uma escola da rede particular de ensino.

As respostas obtidas não divergiram muito; existiu um certo sincronismo devido à aplicação de um projeto sobre CTS, do qual falaremos mais adiante.

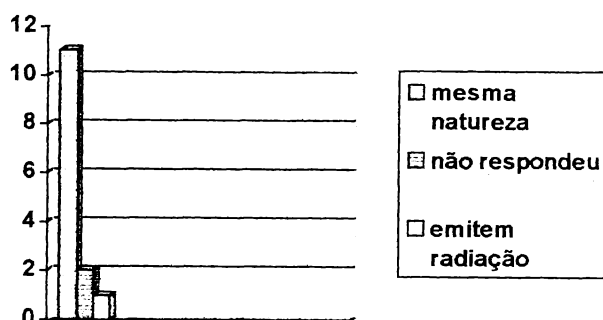
#### • Questão nº 01

Com relação à questão 01, dos 14 alunos entrevistados 05 responderam que os raios X são ondas eletromagnéticas, 08 alunos responderam que são usados para fotografar os ossos e um preferiu não responder.



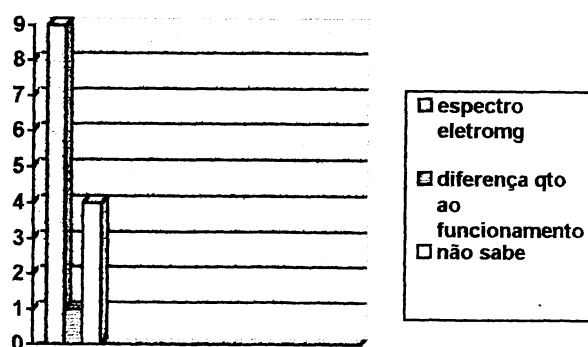
• **Questão nº 02**

Com relação à questão 02, dos 14 alunos entrevistados, 11 responderam que os raios X e as microondas são de mesma natureza, ou seja, ondas eletromagnéticas, 02 alunos não responderam e 01 alegou que ambos emitem radiação.



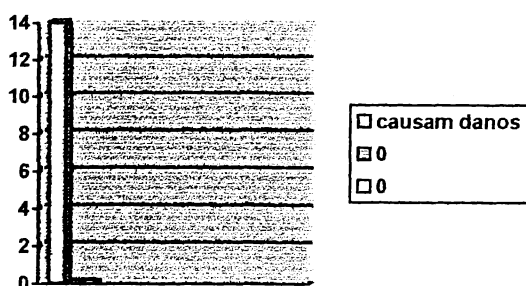
• **Questão nº 03**

Com relação à questão 03, 09 alunos responderam que os raios X e as ondas de rádio fazem parte do espectro eletromagnético, 01 alegou ter diferenças quanto ao funcionamento e 04 responderam que não sabem.



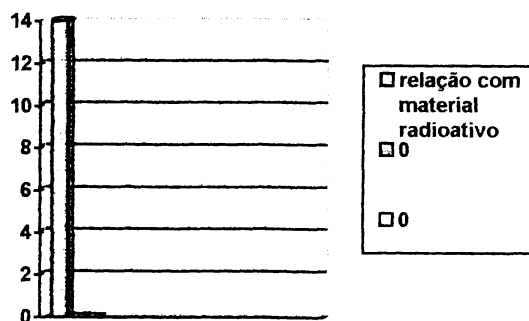
- **Questão nº 04**

Com relação à questão 04, todos responderam que os raios X provocam danos à saúde e causam câncer, afirmando alguns que os raios X são partículas que se depositam nos ossos, pois possuem radioatividade.



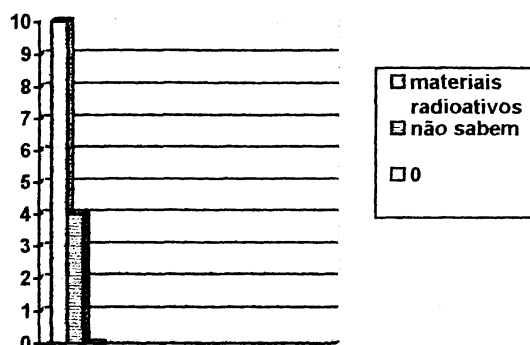
- **Questão nº 05**

Com relação à questão 05, todos responderam que os raios têm relação com material radioativo, pois para que a máquina funcione existe "lá dentro" uma quantidade de material radioativo.



- **Questão nº 06**

Com relação à questão 06, 10 alunos responderam que as fontes dos raios X são os materiais radioativos e 04 afirmaram não saber.



### 3.4. Interpretação dos dados

Podemos observar, que os alunos interpretaram os raios X como sendo uma entidade independente. A interpretação das respostas mostrou-nos que, para a grande maioria, os raios X são produzidos por uma fonte radioativa.

Mas por que?

Ao iniciar este trabalho com a aplicação de um questionário respondido pelos alunos e que servia de alavanca motivadora, esbarrou-se em uma questão bastante pertinente. A grande maioria dos alunos participou de um trabalho sobre CTS quando cursavam a 8ª série do Ensino Fundamental em 1998, no mesmo colégio onde apliquei este trabalho. O tema CTS foi proposto pela professora Sônia Maria S.C. de Souza Cruz, no seu trabalho de elaboração da tese de Doutorado. Alguns desses alunos haviam feito um estudo de caso sobre o acidente radioativo de Goiânia com o Césio-137, que teve como objetivo investigar as possibilidades didáticas da Abordagem Centrada em Eventos (ACE).

Isso pôde ser descoberto em virtude das respostas obtidas no questionário: a grande maioria dos alunos respondeu que os RX eram constituídos por fontes de materiais radioativos, ou seja, existia dentro do aparelho uma fonte radioativa. Estes debateram muito durante uma aula faixa, pois eu havia instigado a explicar o porquê das respostas dadas; foi então que surgiu a informação de que haviam “aprendido” na 8ª série.

Observamos que os alunos, quando são questionados e solicitados a justificar suas respostas, respondem utilizando suas concepções espontâneas<sup>8</sup>. Percebe-se ainda que, quando o aluno não possui um “modelo” próprio, para explicar determinadas situações ele utiliza analogias com outras situações. No caso dos alunos entrevistados neste projeto, o modelo construído por eles acabou incorporando certas deformações correlacionadas com uma idéia intuitiva sobre os raios X, estabelecendo que eles são produzidos por fonte de material radioativo.

A análise feita nos mostrou que o texto entregue aos alunos da 8ª série do ensino fundamental, na época da aplicação do projeto CTS, continha 35 páginas, com um excelente conteúdo sobre material radioativo, mostrando a origem dos termos radiação e radioatividade, constituição dos átomos, modelos atômicos, estabilidade do núcleo, alcance das partículas, efeitos biológicos e assim por diante. Quando do início do texto sobre a origem dos termos radiação e radioatividade, a autora citou os trabalhos de William Conrad Röntgen (páginas 03 e 04 do texto), explicando que os raios oriundos do tubo de raios catódicos provocaram brilho na placa de platinocianido, surgindo daí o termo raios X. Talvez a confusão ocorra pelo fato de nesse momento a autora não ter enfatizado o fato de que os raios X são ondas eletromagnéticas e de ser uma entidade diferente do material radioativo em si. O texto prossegue com um enfoque bastante abrangente, dando explicações sobre partículas  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ , dando a entender que são todos de mesma natureza. Pelo fato de os raios X não serem o foco principal de seu trabalho, o texto permitiu uma leitura que acabou por confundir a natureza atômica e as implicações eletromagnéticas da radiação. A autora acaba citando a diferença entre raios X e radiação no final do texto, em um único parágrafo (página 34 do texto), de maneira extremamente “tímida”, com a seguinte frase: ...Aparelhos de raios X não possuem fonte de material radioativo.

Em nossa opinião, alguns fatores podem ter contribuído para o aparecimento destas concepções pelos alunos. A professora<sup>9</sup> que aplicou o projeto não estava preparada para ministrar tal conteúdo, conforme afirmou a autora em seu projeto de tese sobre CTS. Várias vezes a autora teve de intervir

---

<sup>8</sup> Termo utilizado por Driver (1988), para designar as concepções dos estudantes sobre um determinado evento, também conhecidas como concepções alternativas, concepções espontâneas, etc.

<sup>9</sup> Professora efetiva (titular) do colégio.

no curso, dando auxílio em termos de conteúdo, explicando algumas teorias e maneiras de abordagem. O texto focou-se na teoria da radioatividade (acidente de Goiânia e Césio-137), deixando para o final uma explicação sobre a relação raios X-radioatividade.

Esse trabalho envolveu não só a professora de ciências da 8ª série como também as professoras de português e geografia, gerando a interdisciplinaridade desejada.

Apesar de todo esforço dedicado pelas professoras titulares quando da aplicação do projeto sobre CTS, este acabou por não resolver uma concepção sobre a produção dos raios X.

Vale lembrar que o enfoque do projeto anterior era outro e não a teoria dos raios X, o que levou a uma certa singularidade na sua abordagem.

### 3.5. A aplicação do módulo

Certamente, a tarefa de desmistificar essa relação da fonte de produção dos RX com o material radioativo é e foi dolorosa, pois a informação e o modelo adquirido pelos alunos estava com eles e foi reforçada devido a não preocupação em diferenciar a fonte de RX de material radioativo. Melhorar o conhecimento sobre ondas eletromagnéticas e repassar o espectro distribuído nas faixas de frequência, reforçou que raios X, microondas, ondas de rádio e as demais ondas fazem parte do mesmo espectro.

Houve momentos em que precisei utilizar analogias para poder ajudar a desmistificar e fazê-los compreender o espectro eletromagnético e principalmente as diferenças inerentes àquelas faixas do espectro quanto ao fato de serem prejudiciais ou não a saúde. Por exemplo, usei as faixas de temperatura, citando o meio ambiente em situações com temperaturas entre 10°C e 30°C como sendo uma temperatura tolerável, entre 30°C e 50°C suportável, entre 50°C e 80°C insuportável, mostrando com isso aos alunos que o tolerável, o suportável e o insuportável são **faixas** de temperaturas, mas todos fazem parte da mesma natureza, ocorrendo o mesmo com o espectro eletromagnético, onde existem faixas de frequência diferentes. Isto contribuiu muito para o entendimento das *tais* ondas eletromagnéticas, que até então pareciam ser algo incompreensível.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um bom professor precisa conhecer bem a sua matéria, para que possa orientar a construção dos conhecimentos por parte de seus alunos de forma a não deturpar o conhecimento socialmente estabelecido. Anna Maria P. de Carvalho (apud Terrazzan, 1994, p.161), nos acrescenta que:

*... conhecer a matéria que se vai ensinar... compreende:*

- 1. Conhecer os problemas que originaram a construção dos conhecimentos a serem ensinados, sem que os ditos conhecimentos apareçam como construções arbitrárias...*
- 2. Conhecer as orientações metodológicas empregadas na construção do conhecimento...*
- 3. Estar preparado para aprofundar os conhecimentos adquiridos nos cursos de licenciatura e para adquirir novos... (TERRAZZAN, 1994, p.161).*

Há um grande interesse (curiosidade) dos jovens em lidar com aparelhos eletrodomésticos e brinquedos devido ao mundo técnico e científico em que vivem, que desperta a curiosidade e a vontade de consertá-los e compreendê-los. Com as descobertas, surge a alegria de aprender, compreender e ultrapassar a magia do desconhecido, que é encantadora. Essa curiosidade deve ser estimulada, pois é altamente motivadora para a descoberta, a exploração do desconhecido (SNYDERS, George).

A ciência proporciona e dá segurança no domínio destas descobertas, gerando confiança nas pessoas para que criem métodos de pesquisa, otimizando seus trabalhos e tendo maior "satisfação de compreender que o mundo é compreensível". O método científico também é visto como uma maneira segura de se chegar a resultados, às descobertas. Ao colocar as idéias à prova o jovem busca a convergência, uma unidade entre a prática e o teórico, o que leva à satisfação, enquanto a fragmentação provoca a culpabilidade, desestimulando-o a ter o prazer pela ciência, perdendo o encanto, a magia de aprender **para** aprender. Os jovens sentem o domínio técnico-científico, se afirmando através deste, considerando-se mais experimentados do que os 'seus velhos', que tão freqüentemente são derrotados pelas invenções modernas (SNYDERS, George).

Baseado nessas premissas destaca-se que, na passagem de uma concepção alternativa - pois há uma cultura primeira - para uma concepção científica, o indivíduo é levado a contrapor suas idéias, colocando em dúvida seus conhecimentos habituais. É preciso que esse indivíduo adote um método científico de observação e experimentação rigorosas, é necessário também um grande esforço para vencer a resistência destes indivíduos.

Os alunos, partindo de suas concepções alternativas conseguiram apenas reforçá-las com o estudo do projeto sobre CTS, devido ao fato deste abordar apenas secundariamente a teoria dos raios X. Isto dificultou em muito a adoção de uma nova concepção. O professor sempre vai estar vulnerável a marginalidade, isso é inevitável e cabe a este proporcionar a apresentação dos conhecimentos de forma a não permitir que seus alunos deturpem tais conhecimentos.

Deixamos aqui, como sugestão, um conteúdo que atrai bastante a atenção do aluno no Ensino Médio, além dos raios X:

– A radioatividade, bronzeamento artificial, a bomba de Potássio e a produção de melanina no corpo humano.

Já tive a oportunidade de trabalhar com esse conteúdo em sala de aula e pude verificar a grande curiosidade e interesse dos alunos para com temas atuais. É claro que, para abordar os conceitos que exigem conhecimentos de nível superior ou que exigem uma matemática mais avançada, se fazem necessários alguns 'nivelamentos' matemáticos e uma escolha mais criteriosa. O importante é que o aluno esteja inserido no seu contexto social, tendo os conhecimentos necessários para poder opinar sobre determinados assuntos e mantendo a sensibilidade para acompanhar as tecnologias que lhe são passadas diariamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, Marcelo; Física um curso universitário, São Paulo, editora Edgard Blücher, 1972.
- ALVARES, Beatriz Alvarenga; livro didático análise e seleção, artigo, Departamento de Física, UFMG, ed. Sagres, 1999.
- Caderno Catarinense de Ensino de Física; Depto de física – UFSC, Vol.14, Nº2, agosto 1997.
- Caderno Catarinense de Ensino de Física; Depto de física – UFSC, Vol.11, Nº2, agosto 1994.
- CHEVALLARD, Yves & JOHSUA, Marie-Alberte; “La Transposition Didactique”; La Pensée Sauvage, 1991.
- CRUZ, Sônia M. S. – O uso da abordagem centrada em eventos: uma experiência com o enfoque CTS no ensino fundamental – exame de qualificação – UFSC, 2000.
- DUTRA, LUIZ H. – Introdução à Teoria da Ciência, Ed. UFSC. 1998.
- FOUREZ, G., 1994 – Alfabetisation scientifique et technique. Essai sur les finalités de l’enseignement des sciences. Bélgica, De Boeck Université, 1994.
- HALLIDAY, D., RESNICK, R., MERRILL, J. Fundamentos de Física, V. 4; Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos Editora, 1991.
- MACHADO, Silvia Dias de A.; Educação matemática – uma introdução; educ – SP, 1999.
- MÁXIMO, Antônio, ALVARES, Beatriz A. “Curso de Física”; São Paulo; Scipione, 1997.
- NEHRING, C., Silva, C., Trindade, J. Pietrocola, M. Leite, R. Pinheiro, T., 2000, “As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos”, *Ensaio*, UFMG, Belo Horizonte, (no prelo).
- OFUGI, Carlos Daniel. Inserção da teoria da relatividade restrita no ensino médio: uma nova proposta? Dissertação de Mestrado, CED – UFSC – 2000.
- PERRELI, M.A. “A Transposição Didática no Campo da Indústria Cultural” - Dissertação de Mestrado, CED – UFSC – 1996.
- PERRELI, M. A; A transposição didática no campo da industria cultural; CED; UFSC, 1996.

- PIETROCOLA, Maurício; As ilhas de racionalidade e o saber significativo; artigo; UFSC.
- PIETROCOLA, Maurício; Construção e Realidade: Modelizando o mundo através da física; artigo; 1999 UFSC.
- PIETROCOLA, Maurício, & RODRIGUES, Carlos D.; “Uma Análise Crítica à Abordagem da Teoria da Relatividade Restrita em Livros de Física Básica”; Anais do XII SNEF, Belo Horizonte.
- SEARS, F. ZEMANSKY, M., YOUNG, H. Física, V. 2; Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos Editora, 1984.
- SNYDERS, George. Alegria na Escola, editora Manocce, SP, 1988.
- SUPERINTERESSANTE; “10 anos de Revista em um CD-ROM”, Ed, Abril, 1997.
- TERRAZZAN, Eduardo A. Perspectivas Para a Inserção de Física Moderna na Escola Média; Tese de Doutorado – FEUSP – USP; 1994.

**ANEXO 1**  
**O tema Raios X**

## 1 - HISTÓRICO

No dia 08 de novembro de 1895, na cidade de Wurzburg no Sul da Alemanha, o físico Wilhelm Conrad Röntgen estava usando um tubo de raios catódicos, pois na época vários cientistas estavam estudando este tipo de tubo na expectativa de descobrir a composição física da matéria, na incansável busca de compreender e criar um modelo para a estrutura atômica. Certa vez, em seu laboratório escurecido, Röntgen notou, para sua surpresa, que uma folha de papel coberta com uma camada de platinocianido<sup>10</sup>, que estava sobre um banco, começou a brilhar; o brilho cessou tão logo o tubo foi desligado. Evidentemente, alguns raios penetrantes vindos do tubo cruzavam o ar e atingiam o platinocianido. Seriam estes raios catódicos? Não podiam ser partículas, pois os raios não eram defletidos por campo elétrico ou magnético, entretanto, se fossem raios catódicos, devia haver algo curioso com eles, pois não eram refratados por uma lente. Röntgen concluiu que deveriam ser raios de comprimento de onda muito pequeno, mas, como ainda eram enigmáticos, chamou-os de "Raios X". Muitos, entretanto, preferiram chamá-los de "Raios Röntgen". Um fato que chamou bastante a atenção de Röntgen foi quando sua esposa que o auxiliava no laboratório repousou sua mão sobre uma chapa de fotografia, e que após certo tempo pôde verificar a fotografia dos ossos da mão. Mas, porque isto acontecia e como acontecia? A partir deste momento seu esforço em descobrir como tais raios podiam fotografar ossos tornou-se uma questão não só curiosa, mas espetacular, pois poderia verificar problemas internos no corpo humano e servir de grande utilidade para a área médica. Resolveu então estudá-los com profundidade, expondo a comunidade sua utilidade, na qual gerou certos comentários sobre o fato de se ver o corpo por dentro. Num artigo publicado pela revista *Superinteressante* percebe-se a reação da comunidade perante a descoberta:

*"A imprensa noticiou o fato com destaque em 5 de janeiro de 1896. No mesmo ano, os médicos adotaram a novidade.*

---

<sup>10</sup> É importante lembrar que Röntgen estava estudando a fotografia e principalmente técnicas de revelação, bem como substâncias reveladoras, pois na época a grande dificuldade estava em conseguir uma boa revelação, sendo o platinocianido uma destas substâncias em estudo, que no momento da experiência com o tubo de raios catódicos encontrava-se sobre um banco do seu laboratório.

*Imagine! Com ela dava para ver os ossos quebrados e órgãos doentes dentro do corpo humano. Logo começou a ser usada no tratamento do câncer. Pesquisadores também radiografavam animais para estudos anatômicos”.*

*“Na sociedade a reação era de deslumbramento. Todos queriam ver o próprio esqueleto. Rápido, o americano Thomas Alva Edison (1847-1931) inventou um instrumento com tela fluorescente que deixava ver a radiografia ao vivo, sem necessidade de revelar filmes. Em 1902, um inglês bolou uma máquina de raios X controlada por moeda, como essas de refrigerantes que temos hoje.*

*Um pouco antes, em Nova Jersey, nos Estados Unidos, deputados tentaram passar uma lei proibindo o uso da radiação. Eram defensores da moralidade e achavam que os raios permitiriam a qualquer um ver os corpos nus de quem andasse pelas ruas. Já pensou? Seria a delícia dos voyeurs. A lei é claro, não foi aprovada. ... E o verdadeiro risco da radiação continuou sendo ignorado. Em pouco tempo, surgiram as lesões provocadas pelos raios X. As principais vítimas eram os operadores das máquinas, que sofriam exposições repetidas. Vários perderam as mãos<sup>11</sup>”.*

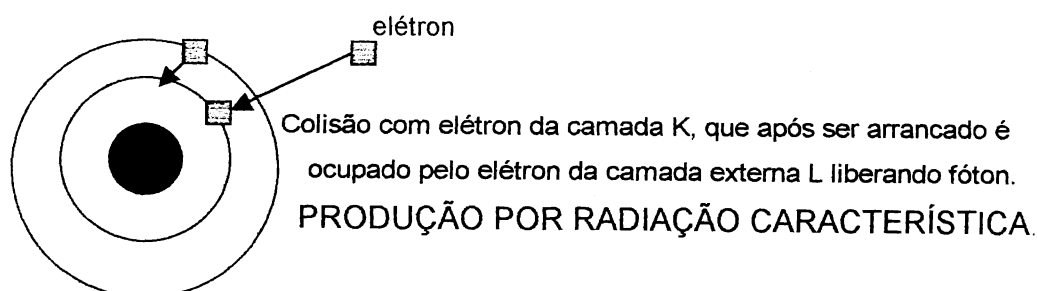
## **1.1 – A produção dos raios X**

Aplica-se uma ddp (uma alta tensão), entre os eletrodos cátodo **C** e ânodo **A** (ver figura p.42). O eletrodo cátodo, após ficar com o filamento aquecido, emite os raios catódicos (elétrons) que, devidamente acelerados pela diferença de potencial **V**, atingem o alvo **A** produzindo os raios X. Ao colidirem com o alvo, os elétrons podem definir dois processos de produção de raios X, processo de bremstrahlung e radiação característica. Os raios X são produzidos pelos elétrons mais internos dos átomos, ou seja, os que estão fortemente ligados ao núcleo, através dos processos de produção por bremstrahlung ou por radiação característica.

---

<sup>11</sup> Revista Superinteressante ano 9, nº11, novembro de 1995.

A produção de raios pelo processo de bremsstrahlung (radiação de frenamento), ocorre quando os elétrons oriundos do eletrodo cátodo, ao atingirem o alvo<sup>12</sup>, se aproximam dos núcleos atômicos, passando rente aos mesmos, perdendo parte de sua energia cinética e emitindo um fóton de raios X. No processo de produção por radiação característica, os elétrons, ao partirem com uma certa velocidade  $v$  do eletrodo cátodo, atingem o alvo e colidem com os elétrons dos átomos que constituem o alvo. Quando os elétrons das camadas dos átomos que constituem o alvo forem arrancados, principalmente os elétrons mais internos (elétrons da camada k), seu lugar será preenchido por um elétron da camada mais externa. Durante a transição do elétron da camada mais externa para a interna (produção por radiação característica) haverá a produção de um fóton (quantum de energia) de raios-X, cuja energia representa exatamente a diferença entre os níveis de energia externa e interna dos elétrons orbitais<sup>13</sup>.



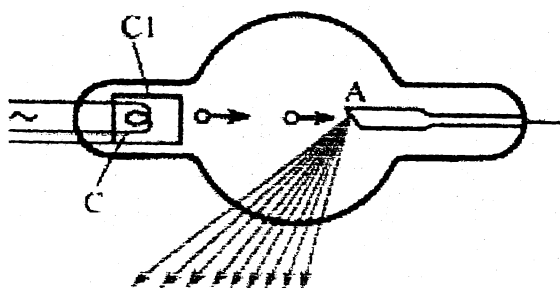
<sup>12</sup> Devido às inúmeras colisões dos elétrons contra o alvo, estes perdem sua energia cinética de forma gradual, razão pela qual o alvo deve ser feito de material de alto ponto de fusão.

<sup>13</sup> Cada elemento possui níveis de energia específicos e, portanto, a energia dos fótons de raios X é característica do material de que é feito o alvo (lembrar trabalhos feitos por Niels Bohr no seu modelo para o átomo).



## 1.2 – A estrutura do tubo de Röntgen.

O tubo de Röntgen no seu interior é submetido a um processo de alto vácuo. Estes tubos são submetidos a um processo de alto vácuo e a uma alta tensão (cerca de 15.000V a 20.000V). Os componentes básicos para a produção de raios X num tubo de raios catódicos são mostrados na figura abaixo.



Onde:

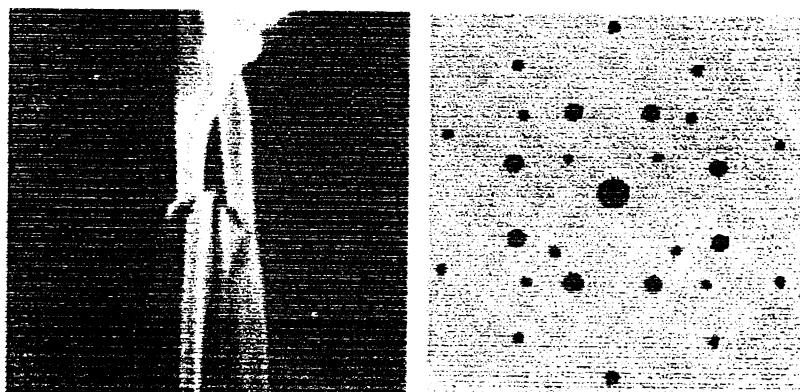
A= eletrodo ânodo

C= eletrodo cátodo

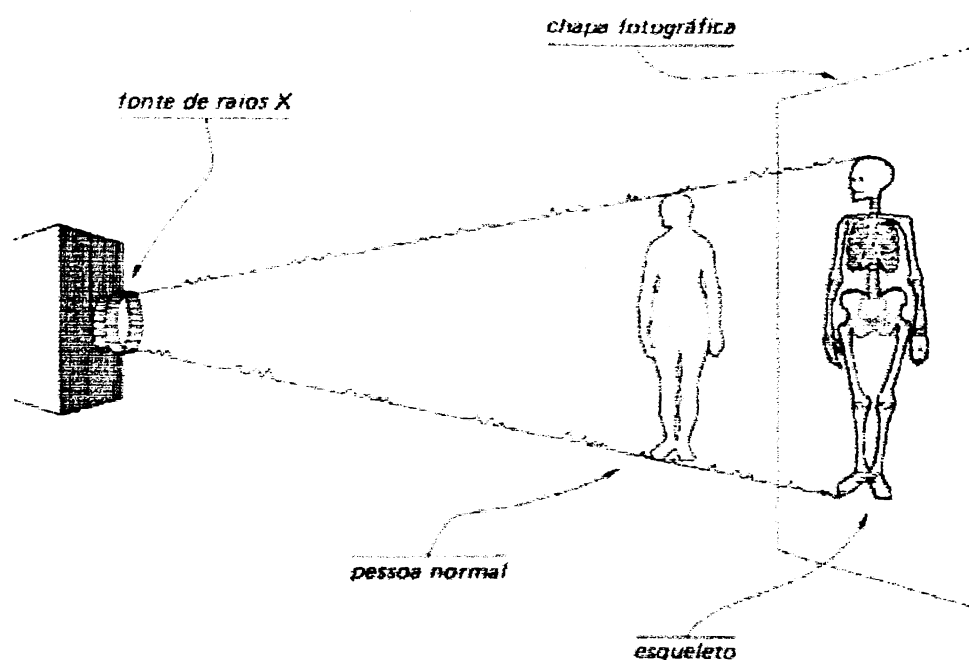
C<sub>1</sub>= placa metálica para colimar o feixe de raios catódicos.

Não há como comparar, por exemplo, os precários tubos catódicos de então com os equipamentos de raios X e tomografia computadorizada atuais. Exatamente por todo esse avanço é que o emprego de fontes emissoras de radiação tomou-se comum nos mais variados campos da atuação humana, destacando-se seu emprego na área industrial e na médico-odontológica, no tratamento de doenças como o câncer, na pesquisa da estrutura da matéria, em Química, em Mineralogia e outros ramos. Com o auxílio dos raios X, é possível obter uma fotografia dos órgãos internos do homem. Nestas fotografias, distinguem-se bem os ossos do esqueleto e detectam-se diferentes deformações dos tecidos brandos. Como os RX impressionam uma chapa fotográfica, estes passaram a ser muito utilizados em radiografias, já que conseguem atravessar a pele e os músculos da pessoa, mas são retidos pelos ossos, pois estes por sua constituição<sup>14</sup> os absorvem. Abaixo ilustrações das aplicações dos RX:

<sup>14</sup> Devemos considerar que a absorção tem haver com a sua constituição, como o cálcio para os ossos e também com a energia dos RX.



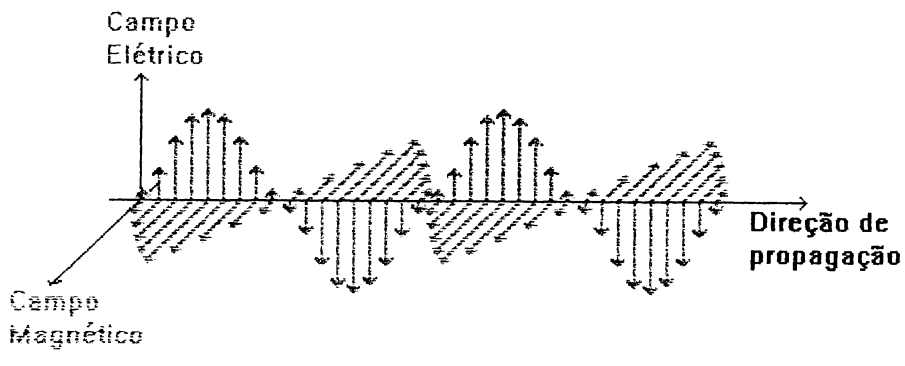
15



Röntgen pôde perceber que os raios X na verdade podiam fotografar o corpo humano e com isso ele começou a explorar sua aplicação na área médica, fazendo experiências com seu próprio corpo, tanto é que teve de amputar a mão esquerda devido a grande quantidade de radiografias tiradas.

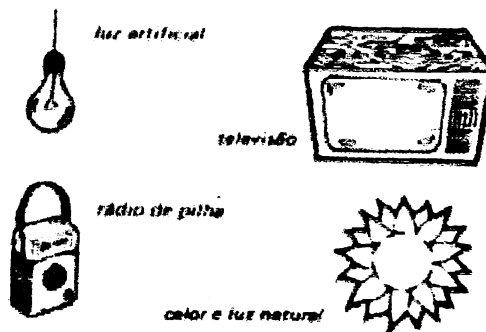
### 1.3 – O lugar no espectro.

Os raios X são ondas eletromagnéticas produzidas pelos campos elétrico e magnético, perpendiculares entre si; portanto, sua velocidade de propagação é a da radiação eletromagnética, ou seja, a velocidade da luz:  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s no vácuo. A representação dessa onda eletromagnética é mostrada na figura abaixo:



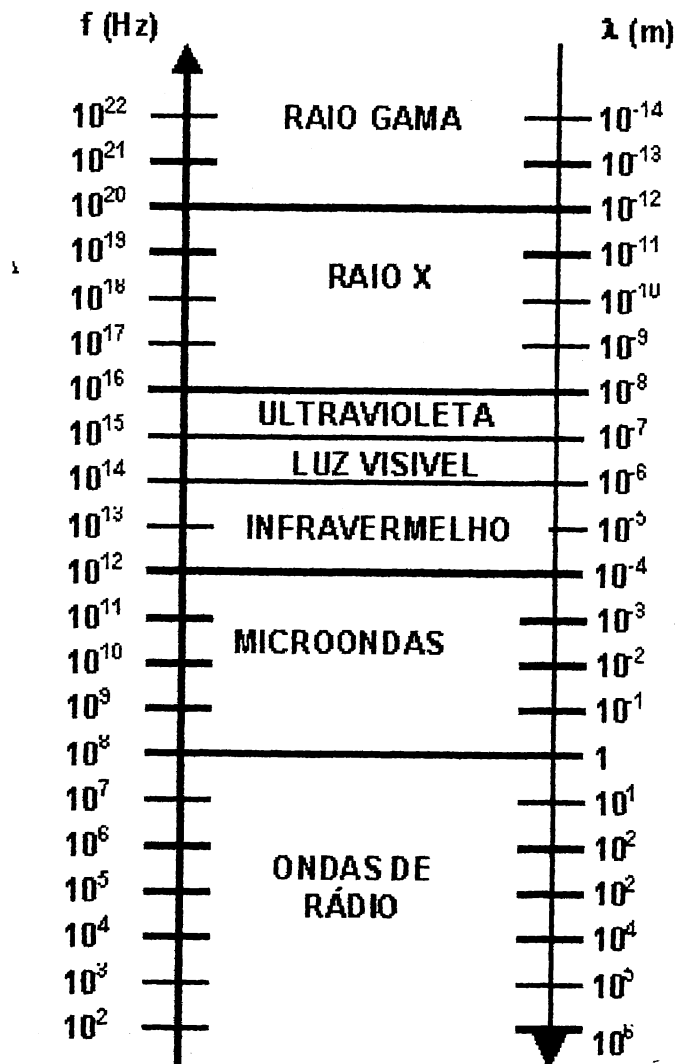
As ondas eletromagnéticas são produzidas por variação de um campo elétrico e um campo magnético, tais como as ondas de rádio, de televisão, as microondas e outras mais.

#### Eletromagnéticas



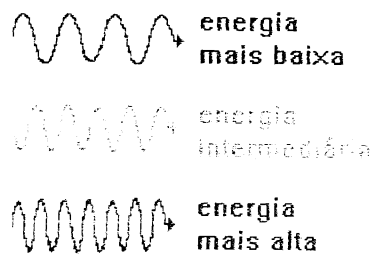
As ondas eletromagnéticas não precisam de um meio de propagação; logo podem propagar-se no vácuo. As ondas mecânicas não têm essa possibilidade.

Essa parte do espectro eletromagnético estende-se de comprimentos de onda da ordem de  $10^{-9}$  m até cerca de  $6 \cdot 10^{-12}$  m, ou frequências entre  $3 \cdot 10^{17}$  Hz e  $5 \cdot 10^{19}$  Hz, conforme o espectro eletromagnético mostrado abaixo:



No espectro eletromagnético as ondas com maior frequência, possuem maior energia e, portanto seus fótons são mais energéticos conforme a relação de Planck  $E = h \cdot \nu$  onde  $\nu$  representa a frequência da onda eletromagnética e  $h$  a constante de Planck. A dualidade onda-partícula é verificada nas ondas eletromagnéticas de maior frequência e os raios X por estarem nesta faixa do espectro possuem esta dualidade.

## Espectro Eletromagnético



$$\text{Energia} \leftrightarrow \text{Frequência} \leftrightarrow \left[ \frac{\text{Comprimento}}{\text{de onda}} \right]^{-1}$$

### A aplicação dos raios X

Atualmente, os raios X têm numerosas aplicações práticas muito importantes na indústria, na medicina, na engenharia, etc.

- 1- Na medicina aplicam-se para diagnosticar doenças.
- 2- Na engenharia são utilizados para detectar falhas ou bolhas em estruturas de pontes, por exemplo.
- 3- Em aeroportos são utilizados para fiscalizar e detectar a presença de armas, bombas e etc.

Uma das aplicações dos raios X é a radiolocalização - um método de detectar falhas em peças fundidas, fendas nos carris, verificação da qualidade das costuras de soldagem, etc.

## Curiosidade

A classificação das radiações em não-ionizantes e ionizantes é feita com base no efeito causado no material com a qual a radiação interage: se, ao atingir um átomo, a radiação retirar dele um elétron, tornando-o um íon, ela é denominada radiação ionizante; se, ao atingir um átomo, a radiação não possuir energia suficiente para ionizá-lo, excitando-o apenas (aumentando sua energia interna), então ela é dita não-ionizante.

## EXERCÍCIOS.

1) Entre as ondas eletromagnéticas mencionadas na tabela, identifique a que tem o maior comprimento de onda e a que apresenta a maior energia de um fóton associado à onda, respectivamente:

<u>Ondas eletromagnéticas</u>
infravermelho
microondas
raio X
<u>ultravioleta</u>

- (A) microondas - raios X
- (B) ultravioletas - raios X
- (C) microondas - infravermelho
- (D) ultravioleta - infravermelho
- (E) raios x – infravermelho

2) A tabela mostra os comprimentos de onda  $\lambda$  de três ondas eletromagnéticas.

ondas	$\lambda$ (m)
X	10
Y	5000
<u>Z</u>	<u>10000</u>

Para essas três ondas, qual a alternativa correta?

- (A) No vácuo, a velocidade de propagação da onda X é menor do que a onda Y.
- (B) A energia de um fóton da onda Z é maior do que a de um fóton da onda X.
- (C) A energia de um fóton da onda Y é igual à de um fóton da onda X.
- (D) No vácuo, as três ondas têm a mesma frequência.
- (E) A frequência da onda X é maior do que a da onda Y.

3) A velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas no ar é de aproximadamente  $3 \times 10^8$  m/s . Uma emissora de rádio que transmite sinais (ondas eletromagnéticas de  $9,7 \times 10^6$  Hz) pode ser sintonizada em ondas curtas na faixa (comprimento de onda) de aproximadamente.

(A) 19 m      (D) 49 m

(B) 25 m      (E) 60m

(C) 31 m

4. A tabela mostra as frequências (f) de três ondas eletromagnéticas que se propagam no vácuo. Comparando-se essas três ondas, verifica-se que:

Ondas	f( Hz)
X	$3 \times 10^{17}$
Y	$6 \times 10^{14}$
Z	$3 \times 10^{14}$

(A) a energia de um fóton associado à onda X é maior do que a energia de um fóton associado à onda Y.

(B) o comprimento de onda da onda Y é igual ao dobro do da onda Z.

(C) à onda Z estão, associados os fótons de maior energia e de menor quantidade de movimento linear.

(D) a energia do fóton associado à onda X é igual à associada à onda Y.

(E) as três ondas possuem o mesmo comprimento de onda.

5. Selecione a alternativa que completa corretamente a lacuna nas afirmações abaixo:

I - O módulo da velocidade de propagação da luz no ar é..... que o da luz no vidro.

II - No vácuo, o comprimento de onda da luz é..... que o das ondas de rádio.

(A) maior - menor.

(B) maior - maior.

(C) menor - o mesmo.

(D) o mesmo - menor.

(E) o mesmo - maior.

**6. Ondas eletromagnéticas**

- (A) De mesmo comprimento de onda não podem apresentar o fenômeno da interferência.
- (B) Podem propagar-se no vácuo.
- (C) Apresentam um campo elétrico variável paralelo a sua direção de propagação.
- (D) De diversos tipos apresentam a mesma frequência no vácuo.
- (E) Não são polarizáveis.

**7. Ondas de rádio FM são de mesma natureza que ondas**

- (A) na água
- (B) sonoras
- (C) luminosas
- (D) numa mola
- (E) numa corda

**8. Analise cada uma das seguintes comparações relacionadas com ondas eletromagnéticas e indique se são verdadeiras (V) ou falsas (F).**

- ( ) Os tempos que a luz leva para percorrer as distâncias do Sol até a Terra e da Lua até a Terra são iguais.
- ( ) No vácuo, os módulos das velocidades de propagação da luz e das microondas são iguais.
- ( ) No vácuo, as frequências de todas as ondas eletromagnéticas são iguais.

Quais são, pela ordem, as indicações corretas?

- (A) V - V - F
- (B) V - F - V
- (C) F - V - F
- (D) F - V - V
- (E) F - F - V



**9.** Em qual das alternativas as radiações eletromagnéticas estão citadas na ordem crescente da energia do fóton associado às ondas?

- (A) raios gama, luz visível, microondas.
- (B) raios gama, microondas, luz visível.
- (C) luz visível, microondas, raios gama.
- (D) microondas, luz visível, raios X.
- (E) microondas, raios gama, luz visível.

**10.** Selecione a alternativa que, pela ordem, preenche corretamente as lacunas:

Uma onda transporta..... de um ponto a outro do espaço

No vácuo, todas as ondas eletromagnéticas possuem mesma.....

As ondas sonoras propagam-se em uma direção..... a direção das vibrações do meio

- (A) energia - frequência - paralela
- (B) matéria - velocidade - perpendicular
- (C) energia - amplitude - perpendicular
- (D) matéria - intensidade - paralela
- (E) energia - velocidade - paralela.

**11.** Entre as radiações eletromagnéticas mencionadas nas alternativas, qual apresenta um comprimento de onda cujo valor mais se aproxima da espessura de um livro de 300 páginas?

- (A) Raios gama.
- (B) Raios X.
- (C) Luz visível.
- (D) Microondas.
- (E) Ondas de rádio.

## **ANEXO 2**

### **O Questionário Preliminar**

- 1) O QUE VÇ ENTENDE POR RAIOS X?
- 2) OS RAIOS X TEM A MESMA NATUREZA DAS MICRRONDAS?
- 3) EXISTE ALGUMA RELAÇÃO ENTRE OS RAIOS X E AS ONDAS DE RÁDIO FM?
- 4) OS RAIOS X PROVOCAM DANOS A SAÚDE? QUAIS?
- 5) EXISTE ALGUMA RELAÇÃO ENTRE RAIOS X E MATERIAL RADIOATIVO?
- 6) O QUE VÇ ACHA QUE TEM NO APARELHO DE RAIOS X, QUAL A SUA FONTE?

1) O QUE VÇ ENTENDE POR RAIOS X?

É USADO MEDICINALMENTE PARA FOTOGRAFAR OS OSSOS.

2) OS RAIOS X TEM A MESMA NATUREZA DAS MICRRONDAS?

NÃO. PROVÊM DE SUBSTÂNCIAS DIFERENTES E POSSUEM FREQUÊNCIA DIFERENTE.

3) EXISTE ALGUMA RELAÇÃO ENTRE OS RAIOS X E AS ONDAS DE RÁDIO FM?

NÃO SEI.

4) OS RAIOS X PROVOCAM DANOS A SAÚDE? QUAIS?

SIM. SE USADO EM DEMASSIA. NÃO SEI

5) EXISTE ALGUMA RELAÇÃO ENTRE RAIOS X E MATERIAL RADIOATIVO?

Lógico! E NÓ NÃO SEI EXPLICAR DIREITO, ~~PERO QUERO~~  
~~RADIATIVIDADE~~ MAS O R.X. É UM MATERIAL RADIOATIVO.

6) O QUE VÇ ACHA QUE TEM NO APARELHO DE RAIOS X, QUAL A SUA FONTE?

N SEI.

1) O QUE VÇ ENTENDE POR RAIOS X?

RAIO DO SUPERMAN

2) OS RAIOS X TEM A MESMA NATUREZA DAS MICRRONDAS?

SE ELES ASSAM KIBE, TÊM.

3) EXISTE ALGUMA RELAÇÃO ENTRE OS RAIOS X E AS ONDAS DE RÁDIO FM?

RAIO X FRITA A PELE DA PESSOA; RÁDIO FM FRITA O CÉREBRO.

4) OS RAIOS X PROVOCAM DANOS A SAÚDE? QUAIS?

QUANDO VOCÊ VAI AO HOSPITAL, TIRA UM RAO X, E DESCOBRE QUE VOCÊ TEM ALGUMA DOENÇA QUE VOCÊ NEM TINHA IDÉIA QUE PODIA EXISTIR VOCÊ ACABOU DE COMETER

5) EXISTE ALGUMA RELAÇÃO ENTRE RAIOS X E MATERIAL UM GRANDE DANO À RADIOATIVO? SUA SAÚDE.

BRAHMA CHOPP.

6) O QUE VÇ ACHA QUE TEM NO APARELHO DE RAIOS X, QUAL A SUA FONTE?

AQUELES ANÖEZINHOS QUE FICAM DENTRO DA T.V. QUAL A FONTE DELES? A IRLANDA.

1) O QUE VÇ ENTENDE POR RAIOS X?

São alguns raios com elementos radioativos

2) OS RAIOS X TEM A MESMA NATUREZA DAS MICRRONDAS?

talvez

3) EXISTE ALGUMA RELAÇÃO ENTRE OS RAIOS X E AS ONDAS DE RÁDIO FM?

não sei

4) OS RAIOS X PROVOCAM DANOS A SAÚDE? QUAIS?

Sim, devido a forte concentração de radioatividade.

5) EXISTE ALGUMA RELAÇÃO ENTRE RAIOS X E MATERIAL RADIOATIVO?

Sim. tudo haver

6) O QUE VÇ ACHA QUE TEM NO APARELHO DE RAIOS X, QUAL A SUA FONTE?

elementos radioativos.

1) O QUE VÇ ENTENDE POR RAIOS X?

É UM APARELHO QUE RETRATA OS OSSOS.

2) OS RAIOS X TEM A MESMA NATUREZA DAS MICRRONDAS?

Os dois, ~~radiação~~.

↳ emitem radiação

3) EXISTE ALGUMA RELAÇÃO ENTRE OS RAIOS X E AS ONDAS DE RÁDIO-FM?

4) OS RAIOS X PROVOCAM DANOS A SAÚDE? QUAIS?

Sim, podem causar câncer, mas só se for em excesso.

5) EXISTE ALGUMA RELAÇÃO ENTRE RAIOS X E MATERIAL RADIOATIVO?

Dentro da máquina é material radioativo

6) O QUE VÇ ACHA QUE TEM NO APARELHO DE RAIOS X, QUAL A SUA FONTE?

Nome: Josoaldo

1) O QUE VÇ ENTENDE POR RAIOS X?

Os raios x são aparelhos utilizados para podermos ver além do que nossas olhos são capazes.

2) OS RAIOS X TEM A MESMA NATUREZA DAS MICRRONDAS?

Sim. Seus raios transmitidos são semelhantes.

3) EXISTE ALGUMA RELAÇÃO-ENTRE OS RAIOS X E AS ONDAS DE RÁDIO FM?

Não. O sistema de funcionamento tem diferenças.

4) OS RAIOS X PROVOCAM DANOS A SAÚDE? QUAIS?

Sim. Podem provocar câncer, caso seja utilizado de forma errada, excessivamente.

5) EXISTE ALGUMA RELAÇÃO ENTRE RAIOS X E MATERIAL RADIOATIVO?

Sim, os dois possuem a mesma composição química.

6) O QUE VÇ ACHA QUE TEM NO APARELHO DE RAIOS X, QUAL A SUA FONTE?

Cargas eletro radiativas, contendo vários tipos de raios, como gama, beta.



1) O QUE VÇ ENTENDE POR RAIOS X?

são raios com grande frequência e capacidade de atravessar corpos.

2) OS RAIOS X TEM A MESMA NATUREZA DAS MICRRONDAS?

sim

3) EXISTE ALGUMA RELAÇÃO ENTRE OS RAIOS X E AS ONDAS DE RÁDIO FM?

sim, pois <sup>ambos</sup> fazem parte do espectro eletromagnético

4) OS RAIOS X PROVOCAM DANOS A SAÚDE? QUAIS?

queimaduras, etc.

5) EXISTE ALGUMA RELAÇÃO ENTRE RAIOS X E MATERIAL RADIOATIVO?

sim, as matérias radioativas emitem raios X.

6) O QUE VÇ ACHA QUE TEM NO APARELHO DE RAIOS X, QUAL A SUA FONTE?

tem um elemento radioativo.

1) O QUE VÇ ENTENDE POR RAIOS X?

matéria:

2) OS RAIOS X TEM A MESMA NATUREZA DAS MICRRONDAS?

Sim.

3) EXISTE ALGUMA RELAÇÃO ENTRE OS RAIOS X E AS ONDAS DE RÁDIO FM?

Sim.

4) OS RAIOS X PROVOCAM DANOS A SAÚDE? <sup>a)</sup> (QUAIS?) <sup>b)</sup>

a) Sim:

depende do tempo de exposição:

b) não sei

5) EXISTE ALGUMA RELAÇÃO ENTRE RAIOS X E MATERIAL RADIOATIVO?

O raio X é produzido pelo

material radioativo

6) O QUE VÇ ACHA QUE TEM NO APARELHO DE RAIOS X, QUAL A SUA FONTE?

1) O QUE VÇ ENTENDE POR RAIOS X?

É suposto poder ser emitido do Super Homem, que lhe permitis  
ver através de paredes, etc.

2) OS RAIOS X TEM A MESMA NATUREZA DAS MICRRÓNDAS?

Sim, pois ambos são pertencentes ao espectro...

3) EXISTE ALGUMA RELAÇÃO ENTRE OS RAIOS X E AS ONDAS DE RÁDIO-FM?

Ja

4) OS RAIOS X PROVOCAM DANOS A SAÚDE? QUAIS?

Sim. Dependendo do dose de vezes, de qual  
pessoa se trata, podem provocar este câncer...

5) EXISTE ALGUMA RELAÇÃO ENTRE RAIOS X E MATERIAL RADIOATIVO?

Sim. Pois é um equívoco de misturar, funcionando  
com materiais radioativos.

6) O QUE VÇ ACHA QUE TEM NO APARELHO DE RAIOS X, QUAL A SUA FONTE?

É os Cristais. Os sua fonte provém  
do planeta Kripton, o qual explodiu.  
Deixou só este um pedaço que está  
como o vilão Lex Luthor.

1) O QUE VÇ ENTENDE POR RAIOS X?

SÃO ONDAS ELETROMAGNÉTICAS QUE "FOTOGRAFAM" OS OSSOS.

2) OS RAIOS X TEM A MESMA NATUREZA DAS MICRRONDAS?

SIM. SÃO ONDAS ELETROMAGNÉTICAS.

3) EXISTE ALGUMA RELAÇÃO ENTRE OS RAIOS X E AS ONDAS DE RÁDIO FM?

SIM. OS RAIOS X E AS ONDAS FM SÃO ONDAS ELETROMAGNÉTICAS DE FREQUÊNCIAS DIFERENTES.

4) OS RAIOS X PROVOCAM DANOS A SAÚDE? QUAIS?

SIM. OS RAIOS X EMITEM RADIAÇÃO QUE, EM EXCESSO, PODE ~~CAUSAR~~ CAUSAR SÉRIOS PROBLEMAS À SAÚDE, COMO CÂNCERES.

5) EXISTE ALGUMA RELAÇÃO ENTRE RAIOS X E MATERIAL RADIOATIVO?

SIM. OS RAIOS X EMITEM MATERIAL RADIOATIVO QUE É ABSORVIDO PELOS OSSOS. ASSIM, OS OSSOS PODEREM SER VISÍVEIS NOS RAIOS X.

6) O QUE VÇ ACHA QUE TEM NO APARELHO DE RAIOS X, QUAL A SUA FONTE?

ELEMENTOS QUÍMICOS RADIOATIVOS.

1) O QUE VÇ ENTENDE POR RAIOS X?

É onda eletromagnética

2) OS RAIOS X TEM A MESMA NATUREZA DAS MICRRONDAS?

Sim

3) EXISTE ALGUMA RELAÇÃO ENTRE OS RAIOS X E AS ONDAS DE RÁDIO FM?

Sim todos são ondas eletromagnéticas

4) OS RAIOS X PROVOCAM DANOS A SAÚDE? QUAIS?

Sim. Como todos as ondas eletromagnéticas, pode causar câncer.

5) EXISTE ALGUMA RELAÇÃO ENTRE RAIOS X E MATERIAL RADIOATIVO?

Tem sim, pois para funcionar uma máquina que emite raios X, é necessário materiais radioativos.

6) O QUE VÇ ACHA QUE TEM NO APARELHO DE RAIOS X, QUAL A SUA FONTE?

Materiais radioativos

1) O QUE VÇ ENTENDE POR RAIOS X?

*m*

2) OS RAIOS X TEM A MESMA NATUREZA DAS MICRRONDAS?

*Sim*

3) EXISTE ALGUMA RELAÇÃO ENTRE OS RAIOS X E AS ONDAS DE RÁDIO FM?

*Sim*

4) OS RAIOS X PROVOCAM DANOS A SAÚDE? QUAIS?

*Sim, possuem radiatividade*

5) EXISTE ALGUMA RELAÇÃO ENTRE RAIOS X E MATERIAL RADIOATIVO?

*Sim*

6) O QUE VÇ ACHA QUE TEM NO APARELHO DE RAIOS X, QUAL A SUA FONTE?

*Césio 137*

1) O QUE VÇ ENTENDE POR RAIOS X?

É UMA ONDA ELETROMAGNÉTICA.

2) OS RAIOS X TEM A MESMA NATUREZA DAS MICRRONDAS?

SIM, MAS COM FREQUÊNCIAS  $\neq$

3) EXISTE ALGUMA RELAÇÃO ENTRE OS RAIOS X E AS ONDAS DE RÁDIO FM?

ELAS ESTÃO NA ESCALA DAS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

4) OS RAIOS X PROVOCAM DANOS A SAÚDE? QUAIS?

SE ATINGIREM AS PESSOAS EM DEMASIA, SIM.  
EM FUNÇÃO DA RADIAÇÃO PODE PROVOCAR ATÉ  
CÂNCER.

5) EXISTE ALGUMA RELAÇÃO ENTRE RAIOS X E MATERIAL RADIOATIVO?

SE FER EM APARELHOS DE USO MÉDICO SIM

6) O QUE VÇ ACHA QUE TEM NO APARELHO DE RAIOS X, QUAL A SUA FONTE?

ELEMENTOS RADIOATIVOS, OU SEJA COM  
NÚCLEOS INSTÁVEIS.

USADOS NA  
MEDICINA

1) O QUE VÇ ENTENDE POR RAIOS X? Raio X, é um tipo de raio usado para ver os ossos, ou seja, para ver algo que os olhos não conseguem ver.

2) OS RAIOS X TEM A MESMA NATUREZA DAS MICRRONDAS?

não, ~~apenas~~ pois estão em frequências diferentes no espectro magnético

3) EXISTE ALGUMA RELAÇÃO ENTRE OS RAIOS X E AS ONDAS DE RÁDIO FM?

Sim,

4) OS RAIOS X PROVOCAM DANOS A SAÚDE? QUAIS?

Sim, pois esses raios comecem <sup>separar</sup> ~~travar~~ partículas que se depositam nos ossos.

5) EXISTE ALGUMA RELAÇÃO ENTRE RAIOS X E MATERIAL RADIOATIVO?

Sim.

6) O QUE VÇ ACHA QUE TEM NO APARELHO DE RAIOS X, QUAL A SUA FONTE?

Elementos radioativos.