

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO - INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTERUNIDADES  
2007

**FÍSICA DAS RADIAÇÕES:  
UMA PROPOSTA PARA O ENSINO MÉDIO**

ORIENTADOR: PROF. DR. MAURICIO PIETROCOLA  
CO-ORIENTADORA: PROF<sup>a</sup> DR. NOBUKO UETA

WELLINGTON BATISTA DE SOUSA

**São Paulo  
2007**

## 1 – Introdução

O mundo está cada vez mais rodeado de inovações tecnológicas as quais tornam o uso de muitos objetos numa simples brincadeira de criança, afinal, a tecnologia de certa forma, barateou-se, o consumo pelo consumo acelerou e exigiu essa demanda, favorecendo a propagação do conhecimento, podendo ser encontrado em todos os lugares. Porém, ter uma imensidão de conhecimentos espalhados e de tecnologias barateadas não tornou nossa sociedade, dita tecnológica, mais informada. Na verdade, temos uma crise instaurada quanto ao que fazer com todo esse volume de informação: como filtrá-lo, o que aproveitar, o que excluir, entre outros questionamentos.

Isso conforme dito anteriormente, tem se refletido em todas as áreas do conhecimento e nas escolas tem se mostrado de forma bem clara, ou seja, toda a tecnologia criada para facilitar nosso cotidiano, em nada tem alterado o modelo de ensino das Ciências, uma vez que, infelizmente, essas tecnologias e novas teorias não são levadas para a sala de aula, o que torna a nova tecnologia um mero produto de consumo e status.

Dentro do ensino das Ciências, a transmissão da importância da Física e o seu papel no cotidiano é um desafio para nós, educadores, tendo em vista que os grandes avanços tecnológicos atuais, quase sempre têm um dedo, mesmo por menor que seja, dos conceitos da Física. Podemos mencionar o uso do celular que em tão pouco tempo se difundiu de tal forma que hoje, tornou-se uma tecnologia de certa forma, barateada, em comparação ao período inicial de sua implantação.

Pensando desta forma, é inaceitável que as Ciências, em principal a Física, consigam proporcionar desenvolvimento e vantagens para os “homens comuns”, sendo que eles continuam sem ter a mínima idéia do porquê e de como aplicar toda essa tecnologia, ou seja, são usuários e, quase ou totalmente, alienados, sendo chamados de analfabetos tecnológicos. Uma sugestão de explicação para tal quadro é que a Física que se ensina nas escolas é, de certa forma ultrapassada, uma ciência que não contribui para o crescimento do jovem e da população em geral, em nossa sociedade, e que não consegue atrair com todos esses avanços que ela proporciona, o seu interesse. Por isso muitas vezes, ela acaba se tornando chata e totalmente desconexa com a vida dele, passando quase que despercebida de nossos sentidos.

Eu, desta forma, vejo como urgente a necessidade de termos propostas para reformulação dos currículos de Física na escola média. Um currículo novo, que busque

um maior aprimoramento dos conhecimentos dos alunos com as novas tecnologias. Para isso, vejo necessário inserir conteúdos de Física Moderna nas escolas de ensino médio, conteúdos estes, que busquem uma maior aproximação com seu dia a dia e assim faça com que ele tenha um melhor acesso à tecnologia, podendo isso, refletir numa melhoria de sua alta estima, contribuindo para uma melhor formação tecnológica e de sua cidadania.

Desta forma, tenho uma proposta de levar tópicos de Física das Radiações para o Ensino Médio, na pretensão de poder atualizar o currículo e atrair o jovem para um conhecimento maior da ciência e assim ter uma outra forma de conhecer o mundo ao seu redor, fornecendo mecanismos e ferramentas que lhe proporcionem enxergar o nosso cotidiano com outros olhos.

### **1.1 – Porque Física das Radiações?**

Desde a época de colégio sempre fui atraído por tal tema, uma vez que sempre associei isso com algo que pudesse fazer algum mal ou que trouxesse efeitos absurdamente interessantes e inesperados, quando aplicados em alguns materiais, em especial, nos seres vivos. Desta forma, essa foi uma das minhas motivações, entre outras, para entrar na graduação em Física e buscar as explicações que nunca me foram fornecidas de forma satisfatória, em todos os meus anos de estudo como aluno do ensino fundamental e médio.

Entrei para a graduação em Física e após muita perseverança e esforço, consegui concluí-la. Enquanto isso já lecionava em muitos colégios e a correria era (e continua sendo) intensa, não me sobrando muito tempo para apreciar as maravilhas de nosso ofício. Foi quando um dia, ao chegar à escola estadual em que leciono, Miguel Munhoz Filho (Zona Sul de São Paulo), deparei-me com uma apresentação de um vídeo apresentando um filme até antigo, típico do final da década de 80 e início dos anos 90, onde apareciam alguns artistas globais que até hoje vemos naquele canal de televisão massificado e de enorme “expressão”, fazendo a narração e dramatização de um evento ocorrido no ano de 1987, no estado de Goiânia.

Tratava-se do acidente de Goiânia com o céscio-137, onde dois catadores de papéis encontraram uma cápsula do tal material, dando início à contaminação de centenas de pessoas, a morte de algumas outras e uma das primeiras tragédias em nosso País, com grande cobertura televisiva e envolvendo a tal radiatividade e suas radiações,

apresentando a toda sociedade da época o perigo existente em uma cápsula que antes era usada para salvar vidas em um hospital que fazia tratamento do câncer e que depois se tornara uma arma, que causou o sofrimento de muitas famílias e de uma cidade.

Fiquei admirado com a curiosidade e as questões surgidas após a sessão de cinema, uma vez que para a maioria dos alunos, tudo pareceu algo fantasioso e de certa forma enganoso, pois como um simples pó e algumas bolinhas do material extraído da cápsula (césio-137), poderiam causar tantas desgraças? Isso, foi a motivação que fez em mim reacender o entusiasmo pelo assunto e que me proporcionou junto com os alunos momentos de grande êxtase, pois o algo fantasioso, aparentemente enganoso e somente existente na ficção, servira finalmente como motivação para que alunos sem inspiração, reencontrassem o prazer pelo conhecimento das Ciências, em particular da Física.

É claro que não tenho a pretensão de achar que os todos os alunos que tiverem esse conteúdo serão futuramente físicos ou irão se entregar ao estudo das Ciências, mas buscarei pelo menos tentar mostrar uma outra face da Física que possa ser mais interessante que um estudo de cinemática, termologia ou eletrostática, que também apresentam em seus interiores um certo charme (charm: tipo de quark).

Com essa proposta, talvez comece a traçar os caminhos concretos que levem em definitivo, não só a Física das Radiações, mas também, conceitos da Física Quântica e Física de Partículas para as salas de aula do Ensino Médio, ou seja, o início da inserção de tópicos de Física Moderna na escola média, algo que até os dias atuais ainda se apresenta de forma muito precária.

Sei também, que é um longo caminho a ser percorrido até que minha idéia seja concretizada, mas estou muito disposto a completar esse caminho, e certamente ao concretizá-lo, poderei estar abrindo as portas da Física para muitos jovens, que até então não tem encontrado o interesse e a motivação por ela. Falo isso, pois como mencionei acima, foi essa Física das Radiações e seus efeitos que me fez um dia sonhar em ser um físico e fazer graduação em Física, onde para muitos incluindo minha própria família, seria uma loucura uma vez que eu estaria “condenado” a ser professor e dar aulas para o resto da minha vida (palavras de minha mãe).

A motivação que gostaria de compartilhar com os alunos será um dos pontos que tentarei explorar em minha proposta, pois a partir desse conhecimento, eles poderão contemplar um outro mundo, o mundo que não enxergamos: *o mundo microscópico* (o mundo do muito pequeno), e assim talvez, entender o que acontece no mundo que eles enxergam e observam, o mundo macroscópico. Com tudo isso, eu espero que da mesma

maneira que aconteceu comigo e mesmo sabendo que eles não se tornem cientistas ou professores de ciência, eles possam se interessar um pouco mais pelas Ciências, em principal a Física, já que estarão em contato com uma nova Física que até então era desconhecida para eles.

Esse meu entusiasmo com essa parte da Física é muito grande e bem particular, pois como já disse foi ela quem me abriu as portas para que eu pudesse me interessar mais pela Ciência. É graças a ela que estou aqui hoje, como professor e pesquisador buscando melhorar um pouco mais as aulas de Física nas escolas de nível médio. Desta forma, vejo que isso pode ser um grande aliado na minha proposta, pois da mesma forma como fiquei encantado, existe uma grande chance de que outros também fiquem e assim possam se interessar muito mais pela Ciência e pela Física.

Vejo que essa minha motivação e preocupação são compartilhadas por outros, que já há algum tempo vêm tentando chamar a atenção para a inserção desse tópico no ensino básico brasileiro. Há mais de dez anos, vem sendo discutida a importância de se abordar com prioridade alguns tópicos de Física Moderna no Ensino Médio. E, para ALVARENGA<sup>1</sup>, a Física de Radiações, deveria ser uma dessas, apontando vários motivos para isso.

## 2 – Objetivos

Terminado o século XX e iniciado o século XXI, quase nada mudou no ensino de Física na maioria das escolas no Brasil, principalmente nas públicas. A Física que se vê é uma física bem desgastada que se tornou muito “chata” para o aluno. Uma Física de mais ou menos dois séculos atrás e que não interessa e nem atrai mais atenção do jovem. Em virtude da carga horária baixa que é dada para o ensino da Física, apenas duas aulas semanais na maioria das escolas do Estado de São Paulo, acaba-se quase sempre se optando por enxugar os conteúdos e infelizmente priorizando assuntos da Física Clássica como cinemática, termologia e eletrostática.

Por esses motivos, vejo necessário e, com certa urgência, a reformulação do currículo da escola média. Essa reforma (no sentido de atualização e modernização do currículo) servirá, no meu modo de ver, para que o aluno tenha uma “nova” Física e

---

<sup>1</sup> ALVARENGA, Beatriz in: CARUSO; SANTORO. Do átomo grego à física das interações fundamentais. Rio de Janeiro. AIAFEX, p.223 - 245, 1994

dessa forma um contato com um novo mundo. Não é somente essa área que necessita dessa atualização curricular, outras áreas de conhecimento básico também necessitam de uma atualização. O ensino de Ciências tem que ser mais atual para que possa despertar um maior interesse do aluno.

Um pouco da idéia é essa, trazer a atenção do aluno para a aula. Saber se isso irá funcionar, somente o tempo dirá, mas não custa tentar. Estamos numa época que se fala e se pesquisa muito sobre o ensino e, que ele deve de alguma maneira motivar a curiosidade e imaginação do jovem e com isso ganhar a sua atenção. Desta forma, utilizarei isso como minha proposta e linha de condução dos trabalhos, afinal o jovem por si só e como todo ser humano, é curioso e desde que tenha a motivação certa, ou quase certa, pode encontrar nisso um grande motivador para o seu aprendizado.

A partir dessa motivação, o espírito de investigação se faz presente e basta lembrar que investigar é um dos verbos mais usados em ensino, pois a investigação exige pensamento crítico, criativo e o recurso ao método científico, justamente tudo o que queremos incentivar em nossos alunos de Ensino Médio.

*“O investigar é inerente à vida animal e muito mais à vida dos animais humanos, os ditos racionais. O pensar investigativo é inerente aos seres humanos: investigamos porque necessitamos dessa função para nossa sobrevivência e para que possamos realizar escolhas acertadas em nossas vidas. . .” (LORIERI, MARCOS, 1999, p. 74)*

Junto a isso, tenho outro ponto de motivação para eles que é o conhecimento de um novo mundo, o mundo que não vemos, o mundo existente no interior da matéria, onde as leis que regem nosso mundo macroscópico acabam sendo substituídas por “novas leis e regras”, antes jamais mencionadas. A partir dele, eles poderão ter um maior entendimento sobre a estrutura dos corpos e talvez entender alguns fenômenos ligados à estrutura da matéria e, desta forma, fará uma nova leitura do mundo ao seu redor, ou seja, uma nova maneira de olhar, interpretar e entender o mundo que os cerca, seja ele visível ou não.

Tenho também a pretensão de procurar esclarecer melhor ou dar a eles, um maior contato com as tecnologias modernas, os avanços tecnológicos existentes nos quais a Física contribuiu em maior ou menor parte. O uso da interdisciplinaridade certamente se fará presente, pois a Física relaciona-se com outras Ciências básicas como

a Biologia e a Química, e em se tratando de Física das Radiações, pode-se até estabelecer seus efeitos biológicos, onde conceitos e idéias de Química e Biologia se farão presentes para a perfeita compreensão dos temas abordados.

Aqui posso trabalhar mostrando como é gerada a radiação X, como funciona um aparelho de raios X, o que é a radioatividade, sua origem, benefícios e prejuízos para a sociedade, interações das radiações com a matéria e seus efeitos, principalmente nos seres vivos, como por exemplo, na Radiometria, o problema das radiações UVA e UVB, radiação cósmica, contaminação radioativa do corpo humano, uso das radiações em medicina, agricultura, indústria, geologia e arqueologia, além da possibilidade de estudo de equipamentos modernos que tanto se houve dizer, além de poder esclarecer para eles questões que muitas vezes eles lêem em revistas ou jornais, mas não conseguem discernir sobre o que está sendo tratado.

Desta forma, o conhecimento que ele estará adquirindo terá uma conexão maior com seu dia a dia, e assim poderá entender e discutir melhor as questões sobre a Ciência que, em alguns casos, poderia ser do interesse dele, mas não tinha conhecimento suficiente para isso.

### **3 – Justificativa**

Observamos que o currículo de Física que se aplica nas escolas, já vem a algum tempo sendo alvo de muitas críticas por parte de políticos e agentes ligados à educação, que procuram através de reformulações a melhoria do ensino nessas escolas, em especial, à pública. Essas críticas podem ser vistas nos Parâmetros Curriculares Nacionais e nas Novas Leis de Diretrizes e Bases.

Elas buscam uma maior atualização do currículo na tentativa de fazer a educação ser voltada para o dia a dia e que seja mais atual, ou seja, que contribua para uma melhor formação de cidadão. Além disso, busca também a melhoria das condições de exercício do magistério e da formação continuada de professores, como vemos em Rezende e Ostermann:

*“As condições atuais de trabalho dos professores do Ensino Básico dificultam o investimento pessoal na busca de novas visões sobre o ensino e a aprendizagem, o que os leva a repetir, anos a fio, uma*

*determinada prática. Intervir nesse quadro exige mudanças em aspectos sociais, econômicos culturais da realidade educacional e investimentos por parte do governo em programas de formação continuada, em políticas de valorização do trabalho docente e na melhoria das condições concretas da educação pública.”* (REZENDE e OSTERMANN, 2004, p.15)

Assim, podemos constatar que Física que é levada para sala de aula acaba se tornando um exercício repetitivo, pouco e quase nada relacionado com a vivência do aluno e que não condiz com o seu tempo, pois ensinamos a Física de séculos atrás, mas vivemos em um mundo moderno, rodeado de tecnologias e, foi o desenvolvimento da Ciência, em principal da Física, que fez com que houvesse uma nova revolução dos objetos ao nosso redor, então por que não levar a Física Moderna para sala de aula, em particular, a Física das Radiações e seus fenômenos intrigantes, para alunos do Ensino Médio? Outro detalhe é que existe no próprio PCN+ uma recomendação da inserção do tema matéria-energia como quinto tema estruturador do ensino da Física, sendo então, mais uma justificativa para a inserção deste tópico para a sala de aula.

Podemos notar que o aspecto da atualização curricular está ligado diretamente com a influência que a Física vem tendo no cotidiano das pessoas. Essa relação também deve ser contemplada, como mostra:

*“É imprescindível que o estudante do segundo grau conheça os fundamentos da tecnologia atual, já que atua diretamente em sua vida e certamente definirá o seu futuro profissional. Daí a importância de se introduzir conceitos básicos da Física Moderna e, em especial, de se fazer uma ponte entre a física da sala de aula e a física do cotidiano.”* (VALADARES e MOREIRA, 1998, p.121)

Mas o interesse pela inserção da Física Moderna no Ensino Médio não pára nesses argumentos. Temos outros pesquisadores, que dizem que ela pode contribuir para a melhoria da formação de indivíduos para a sociedade.

*“Há muito tempo que discussões sobre a inserção de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, vêm sendo realizadas em*



*todo o mundo por especialistas em ensino, visto ser o seu entendimento, fator primordial para a formação de indivíduos que devem atuar em uma sociedade que convive em meio repleto de ambigüidades (benefícios x prejuízos), decorrentes dos avanços tecnológicos, provenientes das grandes descobertas científicas deste século.” (CAVALCANTE, 1999, p.550)*

Essa preocupação com o ensino da Ciência no Ensino Médio existe a algum tempo e vem chamando a atenção dos educadores e políticos interessados em melhorar o ensino. Para amenizar essa problemática surgiram as Leis de Diretrizes e Bases da educação nacional que integrou o Ensino Médio à Educação Básica e os Parâmetros Curriculares Nacionais, que mostrou uma grande preocupação com a formação dos estudantes enquanto cidadãos críticos e preparados para a vida social e o ensino de ciência, em principal, o da Física, que deveria ser mais pragmático e menos técnico:

*“O ensino de Física tem-se realizado freqüentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também, vazio de significado”. (PCN, p.229).*

Esse tipo de ensino de Física era coerente no passado, mas agora não podemos mais privilegiar um desenvolvimento de raciocínio isolado. O aluno deve compreender a Física enquanto construção humana, vinculada às outras formas de conhecimento. Ele deve ser levado a olhar a Física com uma ciência que nos possibilita a compreensão da força, do movimento, do calor, da energia, da luz da visão e dos instrumentos criados pelo homem como extensão de suas habilidades<sup>2</sup>.

Se quisermos ensinar ou discutir as novas tecnologias, como o uso da radiação para diagnósticos na Medicina, esterilização de alimentos na indústria, determinação de idade (datação) de fósseis, entre outros, precisamos acompanhar esse processo evolutivo de perto e de uma base conceitual que somente é dada a partir da Física das Radiações. Mas como podemos fazer isso se eles não têm esse conteúdo em seu currículo? Como é possível falar sobre os raios X sem falar de Física das Radiações?

---

<sup>2</sup> Secretaria de Estado da Educação / Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. O Currículo na Escola Média: desafios e perspectivas, v. 1, n. 1, 2004, p. 3.

Muitas pesquisas já foram feitas no ensino, mostrando que é necessário levar a Física Moderna para o Ensino Médio, mas poucas ou quase nenhuma são as propostas para ensiná-la. Quase ninguém se atreveu a andar pelo caminho das pedras na tentativa de inseri-la e mostrar quais seriam os caminhos possíveis e as barreiras apresentadas para que isso acontecesse.

As discussões e preocupações sobre a inserção de tópicos de Física Moderna na escola média, não ficam restritas aos educadores e pesquisadoras em ensino. Vemos já há bastante tempo, alguns físicos teóricos e experimentais discutindo sobre o assunto. Para alguns pesquisadores em ensino de Física, o ensino da Física Moderna não deve ficar apenas restrito a um tema apresentado no último volume do terceiro ano, como aponta Cavalcante:

*“Muitos autores de livros didáticos utilizados no Ensino Médio têm dispendido esforços consideráveis para inserir assuntos relativos à Física do século XX. Na maioria dos casos, no entanto, estes temas são apresentados ao final do último volume do terceiro ano e como consequência, acabam por não serem abordados.” (CAVALCANTE, 1999, p.550)*

Um outro aspecto que vem também a justificar essa inserção é, se olharmos o conteúdo de Biologia e Química no Ensino Médio, vêm nitidamente, tópicos modernos dessas áreas. Olhando superficialmente os livros podemos ver assuntos que tratam do genoma, a estrutura do DNA, fotossíntese, níveis de energia nas camadas eletrônicas, o spin dos elétrons entre outros. Todos esses conteúdos fazem parte de uma ciência moderna, desenvolvida no século XX e que já se encontra em sala de aula, mas infelizmente não vemos, ainda, tópicos ligados a Física desse século.

É por todos esses motivos que faço essa proposta de levar um pouco de conhecimento mais atual para sala de aula. Já passou do tempo de pensar em novas maneiras de ensinar cinemática, termometria ou eletrostática. Temos que atualizar o ensino de Física, por que senão estaremos contribuindo para uma alienação cada vez maior dos nossos jovens, que serão o futuro do nosso país.

## **4 – Metodologia**

Como é uma proposta para levar a Física das Radiações para sala de aula, tenho uma preocupação muito grande em saber o que deve ser levado o que não deve, ou seja, fazer a transposição didática “correta” para um bom trabalho. Lembrando que a minha intenção não é de formar jovens cientistas é, de tentar mostrar um outro mundo, o mundo microscópico e fornecer uma nova maneira de olhar o mundo.

Inicialmente, a idéia é olhar e analisar o material que já existe sobre o assunto, ou seja, quero saber quais seriam os possíveis suportes (modelos, analogias, simulações de computador e material didático) que tenho para iniciar o projeto, mas não seria somente com esse objetivo, ele também servira para a formação de professores, levando a um maior aperfeiçoamento desses para que, cada vez mais, essa proposta possa ser utilizada em sala de aula. Já que um dos pontos que dificulta a entrada da Física Moderna no Ensino Médio é a formação do professor.

Um outro recurso que buscarei utilizar e olhar as propostas de ensino de Física Clássica e Moderna que já existem, isso para saber o que posso aproveitar dessas propostas, sabendo o suposto caminho que é melhor para ser percorrido. Não sei se vai funcionar, por isso estou buscando olhar outras propostas.

A coleta de dados será feita através de filmagens das aulas, questionários e avaliações que serão feitas no decorrer do curso. A partir deste material pretendo analisar se a seqüência das aulas e as atividades realizadas favoreceram a compreensão da Física das Radiações, isto é, pretendo saber ao término desta proposta se de fato, os alunos conseguem entender o que são as radiações, onde as encontramos e quais os seus tipos, além de perceberem o cuidado que se deve ter com algumas destas radiações devido a sua característica ionizante. A análise deste material será feita através da *Transposição Didática* que se encontra em fase de estudos.

### **4.1 - O Curso de Física das Radiações**

Esse curso terá duração de um bimestre e meio, que provavelmente, será de 24 a 28 aulas e será desenvolvido com uma turma de 3º ano do Ensino Médio da escola Miguel Munhoz Filho da rede estadual, pertencente a Regional Sul 2 e situada na

periferia da zona sul da cidade de São Paulo, Jardim Campo de Fora, à partir do 2º semestre de 2007.

A idéia do curso é tentar englobar a maior parte possível dessa área, procurando trabalhar os aspectos mais básicos para compreensão dela e, sempre que possível, levando em consideração a motivação para o aluno e a problematização que é o principal combustível da motivação.

O curso, já está com uma estrutura quase definida, ainda faltando fechar alguns pontos. Neste momento já está sendo montada uma seqüência didática para ele, com alguns tópicos definidos, levando em consideração todos os aspectos mencionados anteriormente. Basicamente é essa a primeira idéia:

- *Parte teórica:* terá um caráter de apresentação do conhecimento básico da Física das Radiações, tais como seus tipos, sua origem, geração, aplicações e efeitos ao interagir com a matéria.
- *Parte prática:* será baseada em atividades práticas que podem ser desenvolvidas em sala de aula, como simulações (que podem ser jogos em computador), que tentarão mostrar uma visualização das interações das radiações, seus efeitos biológicos, sua detecção e os equipamentos utilizados para realizar essa detecção. Aqui, teremos também a possibilidade de visitas aos laboratórios e locais de divulgação (como o Péletron, IPT, IPEN e outras) que fazem pesquisa nessa área.
- *Parte da avaliação:* poderá ser feita através da elaboração de textos, no estilo de contos como: Grande Circo da Física e A natureza ama esconder-se; de atividades, como experiências, e ainda, a utilização de exercícios e provas escritas.

Essas partes podem ser trabalhadas com atividades que venham problematizar questões a respeito do tópico estudado, levando a um maior engajamento dos alunos com a proposta. Assim, elas serviriam como base para que os alunos possam propor simulações com computador, jogos, construção de textos com enredos e outros. Mas os tópicos não seguirão essa seqüência.

Essas partes que foram destacadas irão formar, ao longo do desenvolvimento do curso, uma seqüência didática (já em andamento), para que o aluno não receba o conhecimento de forma fragmentada e o seu aprendizado se torne ainda mais difícil e desmotivador.

#### **4.2 – A seqüência didática do curso**

O curso, que será aplicado em uma turma da 3ª série do Ensino Médio, está previsto para iniciar na primeira semana de Agosto do próximo ano (2006), e possivelmente, terá uma duração de 30 aulas (um bimestre e meio), aproximadamente.

A seqüência a ser seguida é a seguinte:

- 1 - Eletromagnetismo e as ondas eletromagnéticas<sup>3</sup>;
- 2 - Raios X;
- 3 - Radioatividade;
- 4 - Radiação natural;
- 5 - Interação das radiações com a matéria;
- 6 - Caráter ionizante das radiações;
- 7 - Efeitos biológicos das radiações ionizantes;
- 8 - Detectores de radiação.

Além do conteúdo descrito que envolverá algumas atividades, temos também previsto visitas ao Péletron (Acelerador de Partículas do IFUSP), IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) e ao IPEN (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares).

#### **5 – Referencial teórico**

Como essa é uma proposta que busca levar para sala de aula, um novo conhecimento, algo que até pouco tempo somente quem estava na pesquisa o conhecia, logo se torna necessário saber transpor esses conhecimentos para sala de aula.

---

<sup>3</sup> A turma que será aplicada o curso já teve, no primeiro semestre, discussões sobre conceitos básicos da eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo.

Assim, utilizando as idéias e os critérios da *Transposição Didática*, farei com que o saber sábio, aquele conhecimento produzido pelos cientistas em seus laboratórios, possa se transformar em saber ensinado, e assim, um conhecimento que vai para sala de aula. Essa será a minha principal ferramenta de análise, que me mostrará o que consegui, efetivamente, ser levado e aprendido pelos alunos, ou seja, aquilo que se tornou um saber “ensinável”. Para isso, a transposição didática possui os seus critérios ou regras que analisam o saber.

Desta forma, a *Transposição Didática* pressupõe a existência de um processo, no qual “um conteúdo do saber tendo sido designado como saber a ensinar quando sofre, a partir daí, um conjunto de transformações adaptativas que o levam a tomar lugar entre os objetos de ensino. O trabalho em tornar um objeto do saber a ensinar em objeto do saber ensinado é denominado *Transposição didática*.” (CHEVALLARD, 1991, p.45). Ou melhor, analisa as transformações ocorridas no saber de referência (saber sábio) até se tornar um saber da sala de aula (saber ensinado).

Essa ferramenta de análise propõe a existência de três níveis ou patamares do saber: o saber sábio (saber produzido pelos cientistas – saber original), onde se inicia o processo; o saber a ensinar (saber que fazem parte dos currículos das escolas) e o saber ensinado (saber que, efetivamente, é levado para sala de aula e ensinado aos alunos). Cada um com sua própria comunidade autônoma, com seus representantes ou grupos. Ligando esses níveis tem-se a Noosfera, que se constitui numa esfera de ação onde os protagonistas atuam na transformação do saber. Essa esfera acaba envolvendo pessoas e/ou instituições que influenciam o sistema educacional, ou seja, toda personagem ou instituição social, econômica e política que influencia as transformações sofridas pelo o saber, é considerado parte da noosfera. É nela, que ocorrem os conflitos inevitáveis às transformações dos saberes, onde os vários atores das diferentes esferas sociais negociam seus interesses, pontos de vistas e necessidades.

*“Na noosfera, pois, os representantes do sistema de ensino, com ou sem mandatos (desde o presidente de uma associação de professores até um simples professor militante), se encontram, direta ou indiretamente, (através do libelo denunciador, a demanda comunitária, o projeto transaccional ou os debates ensurdecidos de uma comissão ministerial), com os representantes da sociedade (os pais dos alunos, os*

*especialistas das disciplinas que militam em torno de seus ensinamentos, os emissários de órgãos políticos.” (CHEVALLARD, 1991, p.28)*

A Noosfera é então, o centro operacional do processo da Transposição Didática, onde se tenta delimitar as competências, as responsabilidades e os poderes de cada indivíduo que se encontram envolvidos nesse processo. É nela que se tenta definir os currículos face às necessidades, aos anseios da sociedade, fazendo o recorte do que se deve levar do saber original e como operar as transformações e novas introduções visando a adequação ao ambiente escolar e ao projeto educacional. A Noosfera é, dessa forma, o responsável pelo fio condutor da Transposição Didática.

No quadro abaixo fica apresentado de maneira sucinta a denominação que é dada para cada saber a partir dos critérios da *Transposição Didática*:

O Saber tem que ser:	✓ Consensual ⇒ tem que haver um consenso da comunidade científica a respeito do saber.
	✓ Atual ⇒ o saber busca uma atualização.
	✓ Operacional ⇒ tem que formar uma seqüência com avaliações.
	✓ Criativo ⇒ no sentido de poder criar exercícios e problemas.
	✓ Terapêutico ⇒ o saber tem que se adaptar ao sistema didático.

Desta forma, todo saber que está compreendido nestas regras torna-se um conhecimento de sala de aula e assim um saber ensinável. Também, como faz parte do curso a problematização do conhecimento, para que o aluno possa ter uma maior atenção sobre ele.

Usaremos como referência para elaboração dos trabalhos e garantia de uma seqüência didática mais coerente e homogênea, os seguintes momentos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. São esses momentos que estão auxiliando a montagem seqüência didática apresentada anteriormente. Assim, cada aula terá essa estrutura, partindo sempre de uma problematização para se discutir o tópico, e possivelmente com o uso de mídias (simulações, software de autoria, software dedicado, vídeo) que favoreçam uma maior

assimilação da mensagem intencionada e a mensagem interpretada, uma vez que essa metodologia e sistematização de uso de mídia(s) nem sempre é utilizada, conforme afirma Carvalho Neto:

*“Por desconhecer como incorporar os recursos a serviço da educação e ensino de Física, mais especificamente, não lança mão de computador e muito menos de software dedicado, como ferramentas de trabalho, obtenção de informação qualificada, autoria e simulações. Muito menos ainda, dos recursos laboratoriais (Mídias) que poderiam proporcionar informações diferenciadas e que, devidamente trabalhadas, poderiam estimular e enriquecer, sobremaneira, o processo pedagógico instaurado.”* (CARVALHO NETO, 2005, p.16)

## 6 – Cronograma

A estruturação da minha proposta já se encontra em fase de estudos e seu desenvolvimento está baseado na tabela a seguir:

Jan/06 a Julho/06	- Estudo e aprofundamento dos referenciais teóricos.
Ago/06 a Dez/06	- Estudo e aprofundamento dos conceitos de Física das Radiações.
Jan/07 a Jun/07	- Desenvolvimento da metodologia do curso e seqüência didática.
Jul/07 a Dez/07	- Aplicação do curso. - Coleta de dados.
Jan/08 a Jul/08	- Análise dos dados coletados. - Redação da qualificação.
Ago/08 a Dez/08	- Qualificação. - Correção e reformulação da dissertação.
Jan/09	- Defesa da dissertação de mestrado.



## 7 – Bibliografia

BIRAL, Antônio R. *Radiações Ionizantes para médicos, físicos e leigos*. 1ª ed. Florianópolis: Editora Insular, 2002.

CAMARGO, A. J. *A introdução da física moderna no 2º grau: Obstáculos e possibilidades*. Florianópolis, curso de pós-graduação em educação - UFSC, 1996, Dissertação de Mestrado.

CARUSO, Francisco; SANTORO, Alberto. *Do átomo Grego à Física das interações fundamentais*. Rio de Janeiro. AIAFEX, 1994.

CARVALHO NETO, C. Z. *Por uma escola inteligente*. Instituto Galileo Galilei para a Educação: São Paulo, 2005.

CAVALCANTE, M.A. *O Ensino de uma Nova Física e o Exercício da Cidadania*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 21, n. 4, p. 550-551, dezembro, 1999.

CHEVALLARD, Yves. *La Transposicion Didactica: Del saber sabio al saber enseñado*. 1ª ed. Argentina: La Pensée Sauvage, 1991.

EISBERG, Robert; RESNICK, Robert. *Física Quântica: Átomos, Moléculas, Sólidos, Núcleos e Partículas*. 13ª ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1999.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert. *Fundamentos de física*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1994.

LORIERI, Marcos. *Aprender a investigar na educação básica*. In: Eccos - Revista científica. Centro Universitário Nove de Julho (UNINOVE). São Paulo: v.1, n. 1, dez. 1999, p. 74.

MALIN, Shimon. *A natureza ama esconder-se*. 1ª ed. São Paulo: Editora Horus, 2004.

OKUNO, Emico. *Radiação: Efeitos, riscos e benefícios*. 1ª ed. São Paulo: Editora Harbra, 1998.

OKUNO, Emico; VILELA, Maria A. C. *Radiação Ultravioleta: Características e efeitos*. 1ª ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2005.

OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antônio. *Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “física moderna e contemporânea no ensino médio”*. Investigação em ensino de ciência. Porto Alegre. v.5, n.1, março 2000.

Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. Ministério da educação. Secretária da educação média e tecnológica. Brasília, 1999.

PINTO, A.C., ZANETIC, J. *É possível levar a física quântica para o ensino médio?* Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v.16, n.1, p.7-34, abril 99.

REZENDE, Flávia; OSTERMANN, Fernanda. *Formação de Professores de Física no Ambiente InterAge: Um exemplo Voltado para a Introdução da FMC no Ensino Médio*. Física na Escola, v. 5, n. 2, p. 15, 2004.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado da Educação / Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *O Currículo na Escola Média: desafios e perspectivas*. São Paulo SEE/CENP, 2004.

SOARES, Flávio A. P.; LOPES, Henrique B. M. *Radiodiagnóstico: Fundamentos Físicos*. 1ª ed. Florianópolis: Editora Insular, 2003.

VALADARES, E. C.; MOREIRA, M. A. *Ensinando física moderna no segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro*. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v.15, n.2, p. 121-135, ago. 1998.

WALKER, Paul. *O Grande Circo da Física*. 1ª ed. Lisboa: Editora Gradiva, 2000.