



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**O LÚDICO NO ENSINO DE FÍSICA: ELABORAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE UM
MINICONGRESSO COM TEMAS DE FÍSICA MODERNA NO ENSINO MÉDIO**

SÉRGIO SILVA FILGUEIRA

GOIÂNIA

2009

SÉRGIO SILVA FILGUEIRA

**O LÚDICO NO ENSINO DE FÍSICA: ELABORAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE UM
MINICONGRESSO COM TEMAS DE FÍSICA MODERNA NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal de Goiás, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Márlon Herbert Flora Barbosa Soares

GOIÂNIA

2009

**O LÚDICO NO ENSINO DE FÍSICA: ELABORAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE UM
MINICONGRESSO COM TEMAS DE FÍSICA MODERNA NO ENSINO MÉDIO**

Por

SÉRGIO SILVA FILGUEIRA

Dissertação aprovada para obtenção do título de Mestre, pela Banca examinadora formada por:

Presidente: Prof. Dr. Márlon Herbert Flora Barbosa Soares – Orientador [IQ-UFG]

Membro: Prof. Dr. Paulo Celso Ferrari – [IF-UFG]

Membro: Prof. Dr. João Zanetic – [IF – USP]

Goiânia, 2009.

Aos meus **pais**, pelo amor incondicional, puro e verdadeiro.

À minha amada esposa **Paula**, por me fazer acreditar que poderia chegar bem mais longe do que imaginava e por me dar a certeza que, sem ela, nada disso valeria à pena.

AGRADECIMENTOS

É certo que esse trabalho não é individual, são muitos os envolvidos em sua construção.

Agradeço primeiramente à Deus, que permitiu que chegássemos até aqui.

À minha família, pela compreensão nos períodos de ausência.

À Paula, pelo apoio e entendimento nos momentos difíceis, nos quais minhas atenções estavam depositadas nesse empreendimento.

Ao prof. Márlon, por abrir os horizontes dessa pesquisa, fazendo-me enxergar entre campos turvos.

Aos professores do Mestrado, pelas lições nos caminhos da pesquisa em educação em ciências.

Aos integrantes do Lequal, pelo convívio sempre construtivo.

À professora Fânia, pelo empréstimo da câmera filmadora.

A todos aqueles que deram uma parcela de contribuição até aqui.

A todos, muito obrigado!

A educação é um processo social, é desenvolvimento. Não é a preparação para a vida, é a própria vida.

John Dewey

RESUMO

Nesse trabalho são apresentados os resultados de uma pesquisa realizada com estudantes da terceira série do ensino médio de uma escola pública de Goiânia. Trata-se da elaboração e desenvolvimento de um minicongresso com temas de Física Moderna. Os temas trabalhados foram: efeito fotoelétrico, dualidade onda-partícula, fissão e fusão nuclear, origem do universo, teoria da relatividade, raios x e laser. As salas foram divididas em grupos, cada um deles ficou responsável por um dos tópicos. O objetivo era apresentar um trabalho em um minicongresso a ser realizado na escola, seguindo todos os ritos acadêmicos de um congresso científico. Entre a submissão dos trabalhos e a apresentação dos pôsteres, o professor mediu os grupos, fornecendo-lhes artigos e textos diversos que tinham relação com os temas. Pretendia-se investigar a viabilidade de trabalhar com temas de física moderna e contemporânea nesse nível de ensino por meio de uma atividade lúdica. Discute-se nesse trabalho a ligação do lúdico com a inserção de tópicos de física moderna e contemporânea na escola básica. Os resultados mostraram grande envolvimento e interesse dos alunos pela atividade. Foi notório o entusiasmo que os estudantes demonstraram com os temas, principalmente em conhecer os conceitos físicos envolvidos em aplicações tecnológicas que eles já conheciam. A elaboração do minicongresso se deu no laboratório de informática da escola, o que contribuiu para tornar a atividade ainda mais lúdica, pois o uso do computador tornou as discussões conceituais mais prazerosas. Os trabalhos enviados pelos grupos foram mais um instrumento de avaliação da aprendizagem dos conceitos trabalhados. A análise global dos resultados da pesquisa nos mostra que trabalhar com temas de física moderna e contemporânea no ensino médio, utilizando como ferramenta o lúdico, é uma alternativa viável.

Palavras-chave: Lúdico, Minicongresso, Física Moderna e Contemporânea, Ensino Médio.

ABSTRACT

In this work are showed results of research with students from third grade of a public school in de high school level, in the Goiânia city. Are presented the preparation and development of a minicongress with modern physics themes. The themes were worked: photoelectric effect, wave-particle duality, nuclear fission and fusion, universe's origin, relativity theory , x-rays and laser. The classrooms were divided into groups; each was responsible for one of the topics. The objective was to write a paper to minicongress a held at the school, following all the rites of an academic scientific congress. Among the submission of paper and presentation of posters, the teacher mediate in the groups, providing them various articles and texts that had relationship with themes. The aim was to investigate the feasibility of working with themes of modern physics and contemporary at this level of education through a play activity. It is discussed in this work to the playful connection with the inclusion of topics in modern physics and Contemporary in basic school. The results showed high involvement and interest of students by the activity. It was clear the enthusiasm that students demonstrated with the themes, especially in learning the concepts involved in physical technological applications that they already knew. The elaboration of minicongress made in the school's computer laboratory. This aspect contributed to making the activity more fun, because use of computers became more conceptual discussions pleasant. The work groups were sent by another tool for evaluating the learning of concepts worked. A comprehensive analysis of search results in shows that working with themes of modern physics and contemporary in high school using the tool as playful, is a viable alternative.

Key-words: Ludic, Minicongress, Modern Physical in High School

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 – APRESENTAÇÃO | 10 |
| CAPÍTULO 1. JOGO E EDUCAÇÃO: DIÁLOGOS POSSÍVEIS | 12 |
| 1.1 – Atividade Lúdica | 13 |
| 1.2 – O Papel da Imaginação nos Jogos e Brincadeiras..... | 15 |
| 1.3 – O Apelo do Mais Velho e a Personificação e nos Jogos e Brincadeiras..... | 16 |
| 1.4 – O Jogo para os Adolescentes e Adultos..... | 19 |
| CAPÍTULO 2. FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO | 22 |
| 2.1 – Necessidade de Inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio.... | 22 |
| 2.2 – Dificuldades de Inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio...25 | |
| 2.3 – Lúdico e Física Moderna | 27 |
| 2.4 – Objetivos | 28 |
| CAPÍTULO 3. MÉTODO | 30 |
| 3.1 – Caracterização do Método | 30 |
| 3.2 – Desenvolvimento do Trabalho (Procedimento Experimental) | 33 |
| 3.3 – Instrumentos de Coleta de Dados..... | 36 |
| 3.3.1 – Filmagens | 36 |
| 3.3.2 – Diário de Campo | 37 |
| 3.3.3 – Documento Escrito | 38 |
| 3.4 – Categorias de Análise | 41 |
| CAPÍTULO 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 40 |
| 4.1 – Interesse | 40 |
| 4.2 – Discussão/Aprendizagem dos conceitos | 46 |
| 4.2.1 – Interações entre os Grupos | 50 |
| 4.3 – Relação Professor/Aluno | 53 |
| 4.4 - Postura do Professor/Pesquisador – Presença do Processo de Reflexão | 56 |
| 4.5 – Resumos do Minicongresso | 58 |
| 4.6 – Minicongresso | 60 |
| CAPÍTULO 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 63 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 65 |
| ANEXOS | |

1. APRESENTAÇÃO

Quando ingressei no curso de Física da Universidade Federal de Goiás, em 2000, despertei interesse pelas questões ligadas ao ensino. Quando comecei a atuar como professor no ensino médio, questões como o porquê da dificuldade dos jovens com o aprendizado das ciências me intrigava. Conclui em 2004 a licenciatura em física e a experiência na prática docente fez com que essas inquietações fossem aguçadas, fazendo-me voltar para a academia.

Percebia, em minha prática docente, que os alunos tinham grande interesse por temas atuais de ciência. Muitos deles chegavam à aula sedentos por terem suas curiosidades sanadas sobre reportagens que haviam lido em revistas de divulgação científica. Diante disso, comecei a pesquisar sobre propostas de inovação curricular no ensino de ciências e, mais em particular, no ensino de física. Verifiquei que existe uma linha de pesquisa sobre a inserção de tópicos de física moderna e contemporânea no ensino médio. Comecei a estudar esse tema, mas achava que ainda era algo incompleto. Embora esses temas já despertassem interesse nos estudantes, era preciso escolher uma estratégia, um método eficaz para trabalhá-los.

Conheci então, uma linha de pesquisa sobre o lúdico no ensino de ciências. Percebi então que a justaposição dessas duas propostas – inserção de tópicos de física moderna e contemporânea no ensino médio e o lúdico – poderia trazer resultados satisfatórios.

A questão nesse momento era a escolha da atividade lúdica para ser trabalhada. Após inúmeras discussões, chegamos à idéia da elaboração e desenvolvimento de um minicongresso. Era um meio de simular o real, colocando os alunos a par do trabalho da comunidade científica, tendo em vista que estes têm uma visão distorcida da atividade de quem faz ciência.

Nesse trabalho apresentamos os resultados dessa pesquisa. No capítulo 1, discorreremos sobre Jogo e Educação. Defenderemos nossa visão sobre a relevância das atividades lúdicas para o aprendizado das ciências. No capítulo 2 será dada a fundamentação teórica sobre a inserção de tópicos de física moderna e contemporânea no ensino médio; onde será feita uma revisão bibliográfica sobre o tema. Em uma subunidade, faremos a ligação do lúdico com a física moderna, mostrando o porquê de trabalhar com essas duas propostas.

No capítulo 3, discutiremos os métodos empregados para coleta dos dados e análise dos resultados, mostrando como chegamos às categorias de análise. Nesse capítulo, será descrita toda a dinâmica de realização do trabalho. No capítulo 4, apresentaremos e discutiremos os resultados da pesquisa. Finalmente, no capítulo 5, explicitaremos nossas considerações finais sobre o trabalho.

CAPÍTULO 1 – JOGO E EDUCAÇÃO: DIÁLOGOS POSSÍVEIS

As relações existentes entre jogo e educação devem ser analisadas sob um ponto de vista histórico. Usaremos o termo “jogo” sob o mesmo sentido do termo “lúdico”. Essas duas expressões foram utilizadas em sentidos diametralmente opostos àqueles ligados à seriedade. Sendo assim, dificilmente se espera que deles emanem algo ligado à intenção educativa. Segundo Brougère (1998a), não é surpreendente que, antes do início do século XIX, não se tenha pensado o jogo como educativo na educação formal. O jogo aparece demasiadamente como uma atividade fútil, até mesmo nefasta, através das apostas a dinheiro (considerado como o jogo por excelência), para poder encerrar um real valor educativo.

A revolução desencadeada pelo pensamento romântico possibilitou não só a associação do jogo à educação, mas também descobre neste, valores educativos e, conseqüentemente, faz dele uma atividade séria. Brougère (1998a) explicita três modos principais de estabelecer relações entre o jogo e a educação

Recreação: O jogo é o relaxamento indispensável ao esforço em geral, o esforço físico em Aristóteles, em seguida esforço intelectual e, enfim, o esforço escolar. O jogo contribui indiretamente à educação, permitindo ao aluno relaxado ser mais eficiente em seus exercícios e em sua atenção.

Artifício pedagógico: O interesse que o aluno manifesta pelo jogo, deve ser explorado para se criar um ambiente favorável para a aprendizagem de conceitos.

Exploração da personalidade: O jogo permite que se conheça mais das características particulares de cada aluno, o que favorece a elaboração de atividades direcionadas segundo tais características.

Brougère (1998b) reforça que toda a escola de pensamento romântico, inaugurada por Jean-Paul Richter e E. T. A. Hoffmann, vê no brincar o espaço da criação cultural por excelência. Ele ressalta que é no brincar que a criatividade é despertada.

Brincar é visto como um mecanismo psicológico que garante ao sujeito manter certa distância em relação ao real, fiel, na concepção de Freud, que vê no brincar o modelo do princípio de prazer oposto ao princípio de realidade. Brincar torna-se o arquétipo de toda atividade cultural que, como a arte, não se limita a uma relação simples com o real. (BROUGÈRE, 1998b, p. 1)

No entanto, essa dimensão social do jogo é pouco explorada. Muitas vezes ela nem é considerada. Alguns autores negam a qualquer construção cultural estável até mesmo o termo “brincadeira”, “jogo”. Brincar não é uma dinâmica interna do indivíduo, mas uma atividade dotada de uma significação social que, como outras, necessita de aprendizagem. Para que se compreenda as origens dessas concepções sobre jogo, é preciso que se analise a própria origem do termo brincar. Segundo Brougère (1998a), o *ludus* do latim não é idêntico ao brincar francês. A construção etimológica do termo é produto do contexto no qual ele é criado. Assim, cada cultura constrói uma esfera de significações para esse termo. O simples fato de usar o termo não é algo neutro, pois traz consigo um recorte do real, certa representação do mundo.

Como foi exposto no início desse capítulo, o termo “jogo” vem em oposição àquilo que é sério. Na visão da maioria da sociedade, “brincar” é tratado como antônimo de “trabalhar”. Foi nesse contexto que a atividade infantil pôde ser designada com o mesmo termo, mais para salientar os aspectos negativos (oposição às tarefas sérias da vida) do que por sua dimensão positiva, que só aparecerá quando a revolução romântica inverter os valores atribuídos aos termos dessa oposição.

O conceito de jogo, então, está vinculado a um conjunto de interpretações das atividades humanas, dentro de um sistema de designação. Assim, não se pode atribuir de maneira absoluta o caráter lúdico de alguma atividade. É necessário que ela seja tomada e interpretada como tal pelos sujeitos atores em função da imagem que têm da atividade.

1.1 - Atividade Lúdica

Brougère (1998b) salienta que, para a realização de uma atividade lúdica, é necessário que seja criada uma *cultura lúdica*. Essa cultura está ligada a um conjunto de procedimentos que permitem tornar o jogo possível. Esse autor considera que o jogo é uma atividade de segundo grau, ou seja, uma atividade que supõe atribuir às significações de vida comum outro sentido, o que remete à idéia de fazer-de-conta, de ruptura com as significações da vida cotidiana. A cultura

lúdica permite a interpretação de uma atividade como jogo; atividades estas que poderiam não ser vistas assim por outras pessoas. O conjunto de regras, normas, de esquemas de significação de uma sociedade compõe a sua cultura lúdica.

Chateau (1987) considera que as habilidades e os conhecimentos adquiridos no jogo preparam para o desempenho do trabalho. O jogo seria uma espécie de treinamento para o trabalho, que prepara não só para uma profissão específica, mas para a vida adulta. O autor ainda considera que a escola tem uma natureza própria distinta do jogo e do trabalho. No entanto, ao incorporar algumas características tanto do trabalho quanto do jogo, a escola cria a modalidade do jogo educativo destinada a estimular a moralidade, o interesse, a descoberta e a reflexão.

Dentre as várias atividades lúdicas possíveis, aquelas que fazem maior uso do simbolismo, da representação, são os *jogos de faz-de-conta*. Esse tipo de jogo recebe outras denominações: jogo de papéis, jogo sócio-dramático. A ênfase é dada à “simulação”, cuja importância é ressaltada por pesquisas que mostram sua eficácia para promover o desenvolvimento cognitivo e afetivo-social do sujeito. Os termos simbólico, representativo, imaginativo, fantástico, de ficção ou faz-de-conta podem ser vistos como sinônimos, desde que sejam empregados para descrever o mesmo fenômeno.

O início da abertura do mundo infantil, relacionado mais tarde ao mundo da experiência adulta da imaginação, acontece no século XIX. Goethe e Schiller investigavam o componente imaginativo dos jogos e suas implicações no comportamento adulto. Kishimoto (1996) pondera que parece improvável que o jogo imaginativo tenha tido seu início apenas no século XIX. Antes, esse jogo já existia de outras formas, mas passava despercebido para o mundo adulto nas experiências da infância.

Muitos teóricos do assunto, como Piaget (1975), Huinziga (1980) e Kishimoto (1996), afirmam que o jogo de fantasia possibilita observar a origem dos devaneios da fase adulta. Vejamos a posição desses teóricos sobre a compreensão do jogo imaginativo ou de faz-de-conta:

Para Piaget (1975), o ato de brincar implica em uma assimilação do mundo à sua maneira, sem compromisso com a realidade, pois sua interação com o objeto não depende da natureza do objeto, mas da função que quem brinca lhe atribui. Isso para esse autor é chamado de *jogo simbólico*, o qual se apresenta inicialmente solitário, evoluindo para o estágio de jogo sócio-dramático, isto é, para a representação de papéis. O jogo simbólico implica a representação de um

objeto por outro, a atribuição de novos significados a vários objetos, a sugestão de temas. Esse jogo pode, também, de acordo com a ocasião, transformar-se em coletivo com a presença de vários participantes.

De acordo com Huinziga (1980), a maior parte dos jogos de faz-de-conta também tem qualidade social no sentido simbólico. Envolve transações interpessoais, eventos e aventuras que englobam outras características e situações no espaço e no tempo.

Para Kishimoto (1996), o que define o brincar é a *situação imaginária* criada pelo indivíduo. Além disso, deve-se considerar que brincar preenche necessidades que mudam de acordo com a idade. Para esse autor, é praticamente impossível a uma criança com menos de três anos envolver-se em uma situação imaginária, porque ao passar do concreto para o abstrato não há continuidade, mas uma descontinuidade. Ao brincar, ela vai começar a perceber o objeto não da maneira que ele é, mas como desejaria que fosse. A criança não vê o objeto como ele é, mas lhe confere um novo significado.

1.2 – O Papel da Imaginação nos Jogos e brincadeiras

A imaginação exerce um papel fundamental na construção do conhecimento científico. Ela também é bastante importante na vida da criança, bem como dos adultos e adolescentes. É através dela que o mundo é sentido e interpretado. Quando imersa nesse recurso, as mesmas deparam-se com a possibilidade de liberação de seus desejos e interpretação simbólica de tudo o que foi reprimido. Quando a criança imagina, ela assimila significados que vão atribuindo valores daquilo que ela já conhece ou está descobrindo.

A representação de jogo para a criança é diferente do que acontece com o adulto. A criança quando brinca não olha em seu redor como o jogador, ela mergulha tão profundamente na brincadeira, que torna-se compenetrada nela. Aquele é então o momento mágico, no qual o imaginário propicia vivenciar a situação escolhida. A imaginação da criança é tão forte, que se tem o desenvolvimento das cenas e execução dos atos, ao ponto de parecerem reais, sendo os papéis desempenhados bastante verdadeiros dentro da situação vivida. Apesar dessa diferença, o envolvimento dos adultos com as atividades lúdicas é bastante considerável.

Às vezes, as bonecas das crianças ficam doentes e para elas, o desespero é tão grande dentro da brincadeira, que percebemos uma grande movimentação desses pequenos. Eles comunicam a outros a doença, medem a temperatura dos objetos, chamam o médico, telefonam, ministram remédios estranhos e muitas vezes tentam até envolver os adultos na brincadeira. Essa movimentação também é comum nos meninos, que brincando simulam um acidente de trânsito. Houve-se o imitar da sirene de ambulância, vêem-se esses pequenos dissimulando uma conversa no celular imaginário, outros buscam levantar o carro, outros procuram socorrer o acidentado.

É evidente o vivenciar daquela situação, como se o espaço e tempo ao redor não existissem. Segundo Chateau (1987), essa circunstância ocasiona o apagamento de todo o resto da realidade, que não esteja ligado a atividade lúdica. Logicamente, essa característica se manifesta também nos adolescentes e nos adultos, sejam em jogos eletrônicos ou de tabuleiro, jogos de faz-de-conta ou ainda em representações de realidades aparentes (RPG, por exemplo). Ainda segundo esse autor, tudo se passa como se o jogo fizesse um recorte da realidade, destacando o objeto lúdico para apagar todo o resto. Apenas o que está em primeiro na cena aparece nitidamente na consciência; o fundo se esfumaça a ponto de, às vezes, desaparecer completamente.

De acordo com Brougère (1998a), a criança interioriza as formas imaginárias, o próprio processo da produção imaginária, apoiando suas próprias invenções em esquemas preexistentes que são os mesmos encontrados na literatura tradicional dos contos e lendas.

1.3 – O Apelo do Mais Velho e a Personificação nos Jogos e Brincadeiras

Uma característica marcante da criança é a imitação. Elas imitam gestos, falas e comportamentos dos adultos. Essas são tentativas de participar do mundo adulto. Com o tempo, as crianças percebem que suas tentativas de inserção nesse mundo são infrutíferas. Sua força é muito limitada para a maior parte dos trabalhos do mundo adulto. Os adultos mais próximos ou a repreendem ou lhe relega a trabalhos inferiores.

Incapaz de participar do trabalho adulto, a criança logo percebe que suas tentativas laboriosas são infrutíferas e mal recebidas pelos adultos: seus dedos são muito escorregadios para as louças, seu espírito muito impaciente para a jardinagem (e ela

arranca as sementes para ver se germinaram), sua força muito limitada para a maior parte dos trabalhos masculinos, sua habilidade muito rudimentar para os trabalhos femininos. (Chateau, 1987, p.35)

No entanto, a tentativa de parecer grande não desaparece. Há a consciência de sua inferioridade frente ao adulto. Porém ela continua a imitá-lo até a adolescência, só que agora não há imitação específica como antes. Há imitações de formas gerais, mesmo que essas sejam apoiadas em certas figuras. O que mais vale agora é afirmar-se enquanto ser humano e as idéias serão extremamente importantes.

Um dos desejos da criança é parecer adulto, pois para ela o mais velho é o ser que possui possibilidades superiores e esse adulto é o eixo motivador da infância. Podendo assumir diversas formas segundo a idade e a circunstância, ele aparece na figura do irmão mais velho, do colega de colégio da série superior, do autor da regra de uma brincadeira, do professor e sobretudo dos pais.

Segundo Chateau (1987), há grandes e pequenos de todas as idades; para a criança da escola maternal, os bebês da creche são os “pequenos”, mas os alunos da escola primária são os “grandes” que ela inveja.

O adulto é o primeiro modelo adorado pelos pequenos. Existe uma admiração inusitada por ele que se relaciona com o próprio desejo de ser adulto também. A criança tenta estar próxima a ele; seja inserindo-se em seu mundo, ou trazendo o adulto para o seu próprio mundo. Ainda segundo esse autor, é bem sabido que as crianças gostam muito de ajudar a mãe ou o pai. Por volta de 5 ou 6 anos, para uma criança normal não há alegria maior do que a de substituir por algum tempo o adulto em seu trabalho. É muito divertido ninar a boneca, mas fazer a irmãzinha dormir apresenta muitos outros atrativos. Sabe-se do orgulho do pequeno que tem o seu jardim e o cultiva como seu pai...

Como este trabalho foi aplicado no nível médio de ensino e nosso público está na fase da adolescência, estes aspectos da afirmação estão presentes em larga escala. Para o adolescente, o apelo do mais velho está ligado principalmente à auto afirmação no grupo e não somente à questão da imitação.

O desenvolvimento é baseado também por meio da imitação, só que de uma imitação diferente. Não se procura imitar as falas, gestos e atitudes específicos de um certo parente,

vizinho ou amiguinho. As imitações são de professores, médicos, caminhoneiros, advogados, ou seja, as imitações são gerais. Mesmo que apoiadas em certa figura, procura-se realizar uma criação dentro daquele contexto escolhido.

Chateau (1987), chama de *personificação*, essa outra forma de imitação, na qual a criança ou até mesmo o adolescente representa um personagem qualquer e explora suas características, que são conferidas pela liberdade do jogo.

Segundo Huinziga (2001), desde a mais tenra idade, as representações das crianças mostram um alto grau de imaginação e durante esse processo de *personificação*, verifica-se uma intensa satisfação em representar e assim mostrar a execução das possibilidades que lhe foram tolhidas. Quando há o público adulto para admirá-la, então ela sente-se tremendamente satisfeita. Esse prazer sentido com superação de si, através da superação de obstáculos, constitui-se em uma forma de afirmação de personalidade, buscada pela criança e também pelo adolescente. Quando há a transposição de um obstáculo livremente aceito, ela se afirma quanto suas capacidades muitas vezes ignoradas. O jogo e a brincadeira proporciona o crescimento da criança e do adolescente.

Ele não resulta apenas de um impulso de tendências, mas de um impulso de todo o ser, de todo o ser consciente e já voluntário. A história do jogo da criança/adolescente é, portanto, a história da personalidade que se desenvolve e da vontade que se conquista aos poucos. O princípio do jogo não está atrás, num fim a realizar, numa grandeza a atingir. Ele não é somente função de um passado que projeta atos novos à sua frente, mas – é sobretudo – de um futuro que é desejado, almejado, e por isso mesmo conquistado lentamente. (Chateau, 1987, p.29)

O que mais interessa na *personificação* então, é a capacidade da criança e dos adolescentes na elaboração de idéias, sendo que tal elaboração é bastante valorizada pelos mesmos. Eles gostam e sentem-se orgulhosos em defender uma idéia. Sentem-se grandes com isso e crescem realmente, através dessas representações.

Em nosso trabalho como se verá, as características da *personificação e apelo do mais velho* foram percebidas em vários momentos. Os alunos assumiram o papel de “cientistas”, querendo se comportar como tal durante a realização da atividade. Muitos queriam usar jalecos no dia do minicongresso, para se aproximar das características de um cientista.

A visão que os alunos têm de cientista e a de um ser com poderes acima do normal, com uma inteligência fora dos padrões do restante da população. Nesse sentido, o apelo do mais velho fica claro, pois a imitação de cientista pelos alunos está relacionada à força e ao poder que este tem para os adolescentes.

1.4 – O Jogo para os Adolescentes e Adultos

Costuma-se atribuir aos adultos o trabalho e às crianças, a brincadeira. Evidentemente, essa separação se dá mais por um aspecto social do que pelo aspecto real. O adulto é capaz de brincar, de jogar, de se divertir. O que difere suas brincadeiras daquelas praticadas pelas crianças é certos limites de fantasias e o próprio contato com o que se conhece como realidade.

De acordo com Soares (2004):

Qualquer jogo ou brinquedo é uma fonte natural de atração para a maioria dos adultos. É fácil notar o encantamento que certos brinquedos podem trazer a alguns adultos, tais como jogos elaborados para essa faixa etária, como os eletrônicos, de controle remoto e até mesmo um bilboquê jogado no canto da sala, encontrado em um almoço de domingo na casa da avó (hoje ainda existe bilboquê?). (SOARES, 2004, p. 21)

Para Legrand¹ (citado por RAMOS, 1990), o jogo do adulto e da criança difere fundamentalmente pela consciência. Não a consciência de fazer de conta, comum às crianças, mas a da distração, pois, para o adulto, jogar é distrair-se, entregar-se voluntariamente a uma atividade gratuita. O adulto joga para que o tempo passe, ele sabe que não é uma atividade séria e que a conduta dita lúdica não deve se adaptar fielmente ao real. Para a criança também existe a gratuidade, que é monopolizada integralmente, sem que ela tenha consciência disso.

Para Chateau (1987), o ludismo em um adulto não é meramente equivalência do jogo da criança, ou simplesmente um escape. Pode-se notar grande ludismo em um jogo de cartas descompromissado entre amigos ou entre parentes. Para ele, encontramos ludismo em um adulto quando as atividades estão fundamentadas na gratuidade e no prazer. A arte, a ciência, o esporte, podem ter características lúdicas, mas segundo ele, não contemplam esta perspectiva, por manterem um vínculo com o real.

¹ LEGRAND, L.; **Psicologia Aplicada à Educação Intelectual**. Rio de Janeiro, Zahar Editores, 1974

Soares (2004) ressalta que os adultos escondem seu comportamento lúdico simplesmente por vergonha, o que pode gerar inclusive o preconceito contra quem admite seu lado lúdico. Talvez isso aconteça porque se costuma rotular o ludismo como fato não-adulto, não-sério.

Oliveira² (citado por SOARES, 2004), trata desse processo de *adultificação* como ideologicamente ligado à mentalidade de utilidade social. Pode-se compreender, então, que a fragmentação do tempo em unidades isoladas (infância, maturidade e velhice, eufemisticamente chamada de terceira idade), que é uma construção típica da sociedade capitalista, se não inviabiliza por completo, pelo menos dificulta muito qualquer projeto de participação e de apreensão cultural em sua totalidade, tornando mais difícil, segundo Brougère (1998a) a implementação de uma cultura lúdica.

Ainda segundo o mesmo autor, a idade adulta não faz do homem um ser acabado. Temos que começar a encarar que a infância e a juventude não são uma preparação para a vida adulta, mas uma preparação para mudanças que esta vida traz. Não há adultos cristalizados depois do aprendizado da infância e juventude, ou seja, o que há na verdade é uma maturação permeável às mudanças, ao convívio social, no conflito e na divergência, o que acaba por prolongar nossa infância e nossa juventude por toda vida. Nesse sentido, a realização de uma atividade lúdica (minicongresso) com adolescentes é perfeitamente viável, tendo em vista que poderíamos classificar essa atividade como um *jogo de faz-de-conta*, conforme tratamos anteriormente. Brougère (1998a) diz que uma atividade que imita ou simula uma parte do real é considerada um jogo.

Soares (2004), ressalta que o caráter não sério do jogo não implica que a atividade deixe de ser séria, ou seja, em certas ocasiões, há compenetração no ato de brincar ou jogar. No caso da natureza livre do jogo, ou seja, a liberdade, ele afirma que o jogo ou a atividade lúdica deve ser uma coisa voluntária e nunca imposta. Se há imposição, deixa de ser jogo. Esse fato foi respeitado por nós antes de realizarmos a atividade, sendo voluntária a participação dos alunos no trabalho.

Segundo Chateau (1987), o jogo para o adulto pode estar vivo e claro no que se pode chamar de “interação lúdica com o novo”. Ele ressalta que existe uma espécie de atividade adulta que é idêntica ao jogo infantil. É a que empreendemos por puro prazer, em vista de um simples

² OLIVEIRA, P.; **Brinquedo e Indústria Cultural**. Petrópolis, RJ. Editora Vozes, 1986.

sucesso, sem nenhuma preocupação nem da obra de arte, nem de descobertas científicas, nem de treinamento. Nesse sentido, a maioria das atividades novas podem ser como jogos para nós. Começando a desempenhá-las, sentimos um crescimento do nosso ser, nos afirmamos de uma nova maneira. Quer se trate de cultivar flores, de pescar, cantar, tocar um instrumento, de datilografar ou de dirigir um automóvel. Diante de tais atividades nós nos encontramos no estado de criança que começa a empilhar seus cubos para construir uma nova torre. Sentimos brotar em nós uma frescura e um vigor de plantas novas, parece-nos que sobe ainda uma seiva rica e que nosso ser cresce em força e mérito. Partimos de uma percepção que o minicongresso deveria ter essas características.

CAPÍTULO 2 – FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO

No capítulo anterior, estabelecemos algumas relações entre jogo e educação, categorizando o minicongresso como atividade lúdica. Verificamos que, os temas de física moderna e contemporânea, foram fundamentais para tornar a atividade lúdica, tendo em vista que o interesse dos alunos pelo assunto é enorme, o que fez com que o processo de elaboração do minicongresso acontecesse de maneira prazerosa.

Diante disso, faremos nesse capítulo uma breve revisão bibliográfica sobre a inserção da física moderna e contemporânea (FMC) no ensino médio, com o objetivo de relacionar esse assunto com o lúdico. Discutimos também as dificuldades para a implementação dessa teoria nesse nível de ensino.

2.1 – Necessidade de Inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio

Nos últimos anos, muitos autores têm discutido sobre a necessidade da inserção da FMC no ensino médio. Destacamos os trabalhos de Terrazan (1992, 1994), Ostermann e Moreira (2000), Brockington e Pietrocola (2005), dentre outros. Os argumentos utilizados pelos autores para justificar a inserção da física moderna e contemporânea nesse nível de ensino partem do princípio que os avanços científicos e tecnológicos têm despertado nos jovens olhares mais atentos sobre temas relacionados às ciências de uma forma geral. A física, em particular, tem contribuído de forma significativa nesse sentido, principalmente para o desenvolvimento da medicina e das engenharias.

No entanto, é preocupante como o ensino de ciências não tem acompanhado esse desenvolvimento e tem se distanciado das necessidades dos alunos no que diz respeito ao estudo de conhecimentos científicos mais atuais. As pesquisas sobre a necessidade de inserção da física moderna e contemporânea no currículo do ensino médio têm chegado à resultados que mostram a viabilidade em se trabalhar com esse tema na escola básica. Ostermann e Moreira (2000), apoiados numa revisão de literatura sobre a atualização curricular da física no ensino médio, destacam algumas razões que justificam a necessidade citada:

- Despertar a curiosidade dos alunos e ajudá-los a reconhecer a física como um empreendimento humano;
- Os estudantes ouvem falar em temas como buracos negros, big bang, na mídia, mas quase nunca nas aulas de física;
- O ensino de temas atuais de física pode contribuir para transmitir (sic) aos alunos uma visão mais correta dessa ciência e da natureza do trabalho científico, superando a visão linear do desenvolvimento científico, hoje presente nos livros didáticos e nas aulas de física.

Ostermann e Moreira (2000), num estudo sobre a introdução de dois tópicos de física moderna (partículas elementares e supercondutividade) com alunos da graduação em física, nas aulas dessa disciplina em escolas públicas e particulares, concluíram que:

[...] É viável ensinar física moderna no ensino médio, tanto do ponto de vista do ensino de atitudes quanto de conceitos. É engano dizer que os alunos não têm capacidade para aprender tópicos atuais. [...] Se houve dificuldades de aprendizagem, não foram muito diferentes das usualmente enfrentadas com conteúdos de física clássica [...] Os alunos podem aprendê-la se os professores estiverem adequadamente preparados e se bons materiais didáticos estiverem disponíveis. (OSTERMANN e MOREIRA, 2000)

Para Terrazzan (1992,1994), a tendência de atualizar-se o currículo de Física justifica-se pela influência crescente dos conteúdos contemporâneos para o entendimento do mundo criado pelo homem atual, bem como a necessidade de formar um cidadão consciente e participativo que atue nesse mesmo mundo.

Stannard³ (citado por OLIVEIRA *et al.*, 2007) justifica a atualização curricular ao relatar um levantamento feito com estudantes universitários que mostrou que é a Física Moderna - relatividade restrita, partículas elementares, teoria quântica, astrofísica - que mais os influencia na decisão de escolher Física como carreira. Em outro estudo, com o objetivo de preparar um livro introdutório sobre relatividade geral, o autor entrevistou 250 crianças de cerca de 12 anos para saber o que elas conheciam sobre tópicos relevantes ao assunto (gravidade, aceleração). Surpreendentemente, encontrou que um terço já havia ouvido falar em buracos negros e tinha uma

³ STANNARD, R. **Modern physics for the young**. *Physics Education*, Bristol, v. 25, n. 3, p. 133, May 1990.

vaga idéia do que se tratava. Um número razoável relacionava Big Bang com origem do universo. Elas mostraram-se intrigadas por estes tópicos e desejavam saber mais a respeito. O que sabiam, haviam aprendido pela televisão e através de filmes de ficção científica (e não sabiam que tais idéias interessantes vêm "sob o rótulo" de Física). Stannard³, ao analisar os currículos secundários de Física, critica-os por darem a impressão de terem sido escritos há cem anos (como se nada tivesse ocorrido na Física deste século). O autor sugere que sejam escritos livros e textos com abordagens inovadoras de FMC como forma de encorajar a revisão curricular.

Gil *et al.*⁴ (citado por OLIVEIRA *et al.*, 2007) acreditam que o ensino de FMC a alunos do ensino médio se reveste de grande importância, uma vez que a introdução de conceitos atuais de Física pode contribuir para dar uma imagem mais correta desta ciência e da própria natureza do trabalho científico. Esta imagem deve superar a visão linear, puramente cumulativa do desenvolvimento científico. Paulo (1997) considera pertinente a introdução de FMC no ensino médio, visto que esta faz parte do cotidiano da sociedade contemporânea. Ao ter noções de tópicos de FMC, o aluno dará sentido à Física, fazendo relações com o mundo que o cerca. Acredita, também, que a introdução da FMC no currículo das escolas pode proporcionar a superação de certas barreiras epistemológicas fundamentais para o conhecimento do indivíduo sobre a natureza. Para esse autor, o entendimento de FMC fará o indivíduo ter uma capacidade cognitiva maior.

Valadares e Moreira (1998) também concordam que é imprescindível que o estudante do ensino médio conheça os fundamentos da tecnologia atual, já que ela atua diretamente em sua vida e pode definir seu futuro profissional. É importante a introdução de conceitos básicos de FMC e, em especial, fazer a ponte entre a física da sala de aula e a física do cotidiano. Por outro lado, Laburú *et al.* (1998) ressaltam, de uma forma irônica, que "devem os alunos secundaristas estudar FMC do século XX, antes que ele acabe".

A realidade escolar requer, cada vez mais, inovações curriculares que acompanhem sua evolução. Ao levarmos para a sala de aula idéias que contribuam para a formação abrangente do estudante, possibilitando que estes compreendam conceitos básicos da ciência contemporânea, envolvendo-os em debates com questões científicas e tecnológicas, estamos contribuindo para formar indivíduos mais aptos a compreender e intervir na realidade. É fundamental que os

⁴ GIL, D. P. **La introducción a la física moderna: un ejemplo paradigmático de cambio conceptual.** *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, p. 209-210, set. 1987. n. extra.

egressos do ensino médio tenham condições de perceber a dinâmica das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente após a conclusão desse nível de sua educação formal.

2.2 – Dificuldades de inserção da física moderna e contemporânea no ensino médio

Apesar de ser quase consensual entre os estudiosos do assunto a necessidade da atualização do currículo do ensino médio, com a inserção de tópicos de FMC, muitas dificuldades são encontradas para que isso aconteça. Acreditamos que a primeira barreira esteja nos cursos de formação de professores. Nesses cursos, há a predominância de saberes científicos, desarticulados dos saberes pedagógicos. Dentre as pesquisas sobre o saber docente, destacam-se as realizadas por Schulman⁵ (citado por CID e NETO 2005). Ao analisar o quadro geral das pesquisas educacionais, esse autor constatou a predominância de conteúdos pedagógicos de natureza geral, em detrimento de conhecimentos sobre o ensino propriamente dito da matéria. Shulman considera a pesquisa sobre o ensino dos conteúdos um "paradigma esquecido", um verdadeiro ponto cego, pelo desprezo com que o assunto é tratado pelos pesquisadores. Lamenta que algumas perguntas centrais deixem de ser feitas, perguntas sobre os conteúdos específicos, ficando a pesquisa restrita a questões muito gerais.

Apesar de reconhecer a existência de um conhecimento pedagógico independente do conteúdo disciplinar, sente falta de trabalhos acerca de como os professores aprendem a lidar com as dificuldades dos alunos, de fazer perguntas capazes de encaminhar a construção do conhecimento, ouvir as respostas dadas e renovar as perguntas. Schulman⁵ aponta três saberes necessários para a prática docente: *conhecimento do conteúdo*, *conhecimento pedagógico do conteúdo* e *conhecimento curricular*.

O primeiro refere-se às compreensões do professor acerca da estrutura da disciplina, de como ele organiza cognitivamente o conhecimento da matéria que será objeto de ensino. Essa compreensão requer ir além dos fatos e conceitos intrínsecos à disciplina e pressupõe o conhecimento das formas pelas quais os princípios fundamentais de uma área do conhecimento

⁵ SHULMAN, L. (1987). **Knowledge and teaching: Foundations of the new reform**. Harvard Educational Review, Vol. 57(1), pp. 1-22.

estão organizados. Assim, o domínio da estrutura da disciplina não se resume tão somente à detenção bruta dos fatos e conceitos do conteúdo, mas também à compreensão dos processos de sua produção, representação e validação epistemológica, o que requer entender a estrutura da disciplina compreendendo o domínio atitudinal, conceitual, procedimental, representacional e validativo do conteúdo.

O segundo tipo de conhecimento apontado por Schulman⁵ consiste nos modos de formular e apresentar o conteúdo de forma a torná-lo compreensível aos alunos, incluindo analogias, ilustrações, exemplos, explanações e demonstrações. A ênfase está nas maneiras de se representar e reformular o conteúdo de tal forma que ele se torne compreensível aos alunos.

O conhecimento curricular refere-se a conhecer a entidade *currículo* como o conjunto de programas elaborados para o ensino de assuntos e tópicos específicos em um dado nível, bem como a variedade de materiais instrucionais disponíveis relacionados àqueles programas.

A formação de professores de física nos cursos de licenciatura raramente contempla esses aspectos. Sem essa discussão na formação, não se pode esperar que as práticas docentes sejam diferentes. A mudança no currículo não pode acontecer por imposição, pois, dessa forma, os novos conteúdos (FMC) seriam tratados sob o mesmo prisma dos conteúdos da física clássica, onde há uma dicotomia entre teoria e prática, conteúdos específicos e pedagógicos. Continuar-se-ia com a seqüência didática: Teoria, exemplos, exercícios com ênfase na abordagem matemática. As mudanças curriculares devem ser consequência do investimento nos cursos de formação de professores. É preciso que, nos cursos de licenciatura em física, os futuros professores sejam preparados para trabalhar com FMC no ensino médio, conhecendo as transposições didáticas necessárias para esse nível de ensino, diferenciando a ciência física da física escolar.

É preciso deixar claro que a questão da formação deficitária de professores dificulta não só a inserção de tópicos de física moderna e contemporânea no ensino médio, mas se torna uma barreira para qualquer proposta de inovação no currículo da escola básica.

2.3 – Lúdico e Física Moderna

Conforme mencionamos no início desse capítulo, os temas de física moderna e contemporânea foram fundamentais para conferir à atividade o caráter lúdico, pois o interesse inicial foi despertado nos alunos através destes temas.

O ambiente de descontração proporcionado pela atividade lúdica foi favorável para a aprendizagem de conceitos. O interesse despertado nos alunos foi real, o que tornou a aprendizagem mais significativa. Soares (2004) ressalta que:

...em relação ao interesse pode-se dizer que a escola, enquanto instituição voltada para o seu próprio futuro, desperta interesses artificiais, tais como notas como finalidade do ensino, que podem vir a deformar as atividades dos alunos direcionando suas preocupações para a aprovação nos exames e não para o saber propriamente dito. Neste caso específico o aluno é levado, pela disciplina rígida a acatar tarefas que não lhe fazem sentido e que são justificadas com frases com conotação duvidosa do tipo: “você verá que no futuro isso lhe será útil!”. (SOARES, 2004, p. 14)

Conforme mencionamos no capítulo sobre Jogo e Educação, Brougère (1998a) explicita algumas contribuições do jogo à educação, dentre elas, a recreação. A discussão conceitual em um ambiente onde o aluno esteja mais relaxado, descontraído, acontece de maneira mais proveitosa.

Segundo Legrand¹ (citado por SOARES, 2008), existem cinco classes de jogos: funcionais, de ficção ou imitação, de aquisição, de fabricação e de competição. As características apresentadas em cada classe podem ainda estar combinadas entre si, em proporções diversas. Além dessa relação, há ainda a possibilidade de evolução de cada uma das classes, sempre dependente da idade do jogador ou do contexto, da época e de interpretação da realidade, considerando-se aspectos da própria transformação da sociedade.

Os jogos de ficção ou imitação têm a característica de reprodução de modelos de comportamento, ficção consciente ou deliberada. De acordo com Soares (2008), esse tipo de jogo pode ser considerado uma *simulação*. A simulação se caracteriza como atividade lúdica, se for uma ação divertida e prazerosa, como uma brincadeira, se for a representação ou ação de um jogo. Pode ser um jogo, se o que for simulado tiver um significado comum ou ainda se tem regras, além é claro de ser um objeto que poderá ou não caracterizar uma brincadeira.

O minicongresso é uma simulação do real, portanto, é lúdico. As discussões relativas à física moderna com o intuito de se elaborar resumos e pôsteres, pode ser bastante lúdica, desde que se considere a atividade como recreação e se considere também o espaço na qual a atividade acontece. A atividade pode ser bastante prazerosa, se realizada em um ambiente de descontração, que minimiza as barreiras existentes entre os alunos e os conceitos, tornando estes mais acessíveis aos estudantes.

Os desafios proporcionados pelas atividades lúdicas têm se mostrado eficazes como estratégia de ensino. Chateau (1987) defende a idéia de que é preciso apresentar às crianças e aos adolescentes obstáculos a transpor, e obstáculos que eles queiram transpor. Na falta deles, a educação perderá todo seu sabor, não será mais do que alimento insípido e indigesto.

A mudança de ambiente (sala de informática) e a postura do professor diante dos alunos através da mediação didática, também contribuíram para provocar novas reflexões nos sujeitos envolvidos no processo ensino-aprendizagem, tornando a atividade mais lúdica.

Não se trata, portanto, apenas de dar contribuições para mudanças no currículo do ensino médio com a inserção de tópicos de física moderna e contemporânea, mas de trabalhar esses tópicos dentro de uma nova proposta didática que provoque um rompimento com a estrutura clássica linear de ensino.

2.4 - Objetivos

A principal inquietação que deu origem a esse trabalho é o desinteresse dos jovens pela aprendizagem da física. O objetivo desse trabalho é investigar a viabilidade da proposta de inserção de tópicos de física moderna e contemporânea no ensino médio por meio de uma atividade lúdica. Como objetivos mais específicos, investigaremos o processo de elaboração conceitual dos alunos sobre tópicos de física moderna e contemporânea no ensino médio e as relações existentes entre o lúdico e a aprendizagem.

Sabemos que, em uma pesquisa com abordagem fenomenológica, não se levanta hipóteses para uma posterior confirmação. Quando colocamos um objetivo em um trabalho fenomenológico, queremos discutir e debater o fato de que por mais que tenhamos como pressuposto a

neutralidade para chegarmos ao fenômeno em si, acreditamos na intencionalidade do sujeito, o que justifica nossa escolha por estruturarmos o trabalho dessa forma.

CAPÍTULO 3 - MÉTODO

3.1 – Caracterização do Método

As primeiras pesquisas em educação tinham a característica de reprodução dos métodos das pesquisas das ciências naturais. Existia a visão predominante de que experiências educacionais realizadas em determinado lugar do planeta pudesse ser reproduzida em qualquer outro lugar com os mesmos resultados. Segundo Gatti (2002), trabalhos esparsos, que são reveladores de certa preocupação científica com questões da área educacional, são encontrados no Brasil desde os primórdios do século XX; mas é com a criação, no final dos anos 30, do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep) que estudos mais sistemáticos em educação, no País, começam a desenvolver-se. De acordo com essa autora, após os anos 30, ocorreu fortemente uma apropriação de certos modelos das ciências naturais pelas ciências humanas e sociais. A área educacional se incorpora a esse movimento.

É quando se buscam leis gerais de causa e efeito ou relações funcionais determinísticas. Essa apropriação traz vários problemas para as ciências humanas e sociais. Não que a quantificação e a metodologia experimental não sejam, em caso algum, aplicáveis às áreas de estudos das humanidades. Na educação, elas podem ter o papel em pesquisas específicas (as demográficas, por exemplo). Mas o ideário no qual essa apropriação se fez, a perspectiva dogmática com que se passou a construir instrumentos de medida, a crença nas medidas de forma absolutizada, a neutralidade das intervenções de pesquisa e dos dados se mostraram inadequados com as pesquisas educacionais.

Com o tempo, os pesquisadores perceberam que esse pensamento de viés positivista⁶ era inadequado à complexidade dos fenômenos educacionais. A partir dos anos de 70 e 80, a crítica a esse modelo de investigação científica se tornou cada vez maior. Diante da necessidade de métodos de investigação que atendessem às exigências da realidade que se apresentava, surgiu a pesquisa qualitativa.

⁶ Corrente de pensamento formulada na França por Auguste Comte (1798-1857). O termo identifica a filosofia que busca seus fundamentos na ciência e na organização técnica e industrial da sociedade moderna. O método científico é o único válido para se chegar ao conhecimento. Reflexões ou juízos que não podem ser comprovados pelo método científico, como os postulados da metafísica, não levam ao conhecimento e não têm valor.

Aos poucos a pesquisa qualitativa foi ganhando adeptos, mas, mesmo assim, eram consideradas marginais. Somente nos anos 80 recebiam reconhecimento e incentivo financeiro. Segundo Bogdan e Biklen (1994), As agências federais de financiamento, tais como o National Institute of Education, manifestaram um enorme interesse por propostas que fizessem uso das abordagens qualitativas.

Nessa época, as pesquisas ditas qualitativas ainda usavam dados estatísticos como forma de validação pela comunidade científica, visto que a aceitação desse tipo de pesquisa ainda era pequena.

Dentre as várias abordagens possíveis e existentes das pesquisas qualitativas, a que entendemos que vem ao encontro de nosso trabalho é a abordagem fenomenológica. Esse trabalho, portanto, é de natureza qualitativa com enfoque fenomenológico. Segundo Bicudo (1999),

Fenomenologia é uma palavra composta. Origina-se da palavra *phainestai*, que significa o que se “manifesta”, “o que aparece”, “se mostra”, e pela palavra *Logos*, que tem como significados “o que reúne”, “unifica”, “reunião”, dentre outras. A principal característica é ser uma filosofia da consciência, a qual se identifica com a intencionalidade, ou seja, voltar-se para o fenômeno. (BICUDO, 1999, p. 14)

Ainda segundo essa autora, a consciência é considerada um todo absoluto, não dependente e que não tem nada fora de si. Como a consciência é movimento, é intencionalidade⁷, surge uma diferença fundamental entre a atitude natural e a atitude fenomenológica. Na primeira, a coisa está posta e existe em si, o objeto é tido como natural e a priori. Na segunda, a coisa é intuída, percebida, assim só existe correlata à consciência, que é um voltar-se para. Por decorrência, a ‘verdade’ na primeira atitude é uma adequação a teorias e pressupostos e, na segunda, é uma verdade esclarecedora, interpretada do fenômeno que se mostra ao inquiridor que o percebe. A consciência é intencionalidade. Portanto, o objeto é sempre intencional e o mundo é correlato da consciência.

Nesse sentido, a verdade (essência) é experienciada pela intuição de cada sujeito, a partir de como a coisa se mostra, num processo contínuo e não linear. A fenomenologia procura olhar o fenômeno em sua totalidade, sem preconceitos ou um quadro teórico prévio, porém sabe que

⁷ A palavra intencionalidade não significa outra coisa senão essa característica geral da consciência de ser consciência de alguma coisa, de implicar, na sua qualidade de cogito, o seu cogitatum em si mesmo. Husserl, E. (1966). *Meditations Cartésiennes*, Paris: J. Vrin, p. 28.

olhar na totalidade não é dar conta do todo, mas do perfil que aparece na síntese. É uma postura de interrogação. O fenômeno é olhado primeiramente como ele se apresenta no mundo, pelo inquiridor que o intenciona. Este procura ir-à-coisa-mesma, efetua uma redução. Não toma o conhecimento como reflexo imediato do objeto, mas sim como construído na relação estabelecida entre sujeito e objeto.

A fenomenologia, por estar carregada de intencionalidade, oferece uma visão específica do conhecimento e da realidade. O sujeito e o objeto não são separados, antes estão unidos ontologicamente – cada um com sua ontologia, pois o ser é sempre ser-no-mundo. A dicotomia entre sujeito e objeto é superada na existência, que é anterior à abstração, a qualquer conhecimento elaborado. O sujeito tem a experiência imediata do mundo que se dá como presença.

É importante ressaltar que, a fenomenologia, antes de ser um método de investigação qualitativa, é uma corrente filosófica. Seus pressupostos têm implicações na postura do homem perante o mundo. Há um rompimento de paradigmas. Sendo assim, não aprofundaremos nossa abordagem nesse aspecto da fenomenologia. Nos deteremos no aspecto metodológico.

No que diz respeito à esse aspecto, Moraes (2007) ressalta que o método fenomenológico não pretende testar hipóteses para comprová-las ou refutá-las ao final da pesquisa; a intenção é a compreensão, reconstruir conhecimentos existentes sobre os temas investigados. Costuma-se dividir a análise fenomenológica em quatro momentos:

1 – Desmontagem dos textos/descrições: Também denominado de processo de unitarização, implica examinar os textos/descrições em seus detalhes, fragmentando-os no sentido de atingir unidades constituintes, enunciados referentes aos fenômenos.

2 – Estabelecimento de relações: Este processo denominado de categorização, envolve construir relações entre as unidades de base, combinando-as e classificando-as, reunindo esses elementos unitários na formação de conjuntos que congregam elementos próximos, resultando daí sistemas de categorias.

3 – Captando o novo emergente: A intensa impregnação nos materiais de análise desencadeada nos dois focos anteriores possibilita a emergência de uma compreensão renovada do todo. O investimento na comunicação dessa nova compreensão, assim como sua crítica e validação, constituem o último elemento do ciclo de análise proposto. O metatexto resultante

desse processo representa um esforço em explicitar a compreensão que se apresenta como produto de uma nova combinação dos elementos construídos ao longo dos passos anteriores.

4 – Um processo auto-organizado: O ciclo de análise, ainda que composto de elementos racionalizados e em certa medida planejados, em seu todo pode ser compreendido como um processo auto-organizado, do qual emergem novas compreensões. Os resultados finais, criativos e originais, não podem ser previstos. Mesmo assim é essencial o esforço de preparação e impregnação para que a emergência de novo possa concretizar-se.

3.2 – Desenvolvimento do Trabalho (Procedimento experimental).

Este trabalho foi desenvolvido com 38 alunos de uma turma da terceira série do ensino médio do Colégio Estadual Setor Palmito, da rede estadual de ensino de Goiânia - GO. A média de idade dos alunos é de 17 anos. Trabalho com esses alunos desde quando cursavam a primeira série do ensino médio, época em que já demonstravam grande interesse por temas de física moderna e temas contemporâneos de ciência em geral. Eles sempre traziam para as aulas perguntas relacionados com o assunto, como, por exemplo: *Como funciona um laser? Como se constrói uma bomba atômica?* A maioria dessas perguntas surgia da leitura que eles faziam de textos de revistas de divulgação científica, como *Super Interessante*, *Scientific American*, *Galileu*, entre outras.

Diante desse comportamento, sentimos a necessidade de realizar essa atividade (minicongresso) com temas de física moderna e contemporânea. Apresentamos a proposta aos alunos, explicando a eles o que é um congresso científico. Em seguida, pedimos que pesquisassem e sugerissem os temas para o minicongresso. Na aula seguinte, os alunos chegaram com vários temas. Alguns alunos tiveram dificuldades em encontrá-los. Sugeri a eles que me apresentassem suas curiosidades sobre questões tecnológicas do mundo contemporâneo. Apareceram questões como: *Como é tirado um raio x? O que é a teoria da relatividade?* Diante desse resultado, chegamos aos sete temas: *Efeito fotoelétrico, dualidade onda partícula, fissão e fusão nuclear, origem do universo, raios x, raios laser e teoria da relatividade*. Dividimos a sala em sete grupos. Deixamos que os grupos dialogassem entre si e chegasse a um acordo quanto à divisão dos temas. Eles chegaram a um consenso, ficando a divisão da seguinte forma:

Tabela 1
Divisão dos temas por grupo

| GRUPOS | TEMA | Nº DE INTEGRANTES |
|---------|--------------------------|-------------------|
| Grupo 1 | Dualidade onda-partícula | 5 (cinco) |
| Grupo 2 | Efeito Fotoelétrico | 6 (seis) |
| Grupo 3 | Fissão e Fusão Nuclear | 6 (seis) |
| Grupo 4 | Raios Laser | 5 (cinco) |
| Grupo 5 | Origem do Universo | 6 (seis) |
| Grupo 6 | Raios X | 6 (seis) |
| Grupo 7 | Teoria da Relatividade | 4 (quatro) |

A partir de então, os alunos começaram a pesquisar textos sobre seus respectivos temas. A nós também coube a tarefa de levar a eles textos relacionados com os assuntos. Selecionamos textos que tratam dos assuntos de maneira mais conceitual, sem formalismos matemáticos. Alguns textos que fazem discussão sobre a natureza da ciência também foram selecionados.

Na aula seguinte, iniciamos a elaboração do minicongresso na sala de informática da escola. Os grupos começaram a pesquisar textos relacionados aos assuntos na internet, sobre nossa orientação. Eles se mostraram bastante motivados com a tarefa.

Estabelecemos as regras para o minicongresso. Repassamos aos grupos o modelo de resumo expandido para envio dos trabalhos. Fixamos as normas de acordo com a ABNT (ANEXO I).

A atividade foi realizada em dois bimestres, sendo iniciada em Abril de 2008. Em Agosto, houve uma interrupção em função de uma greve, sendo retomada em Setembro. Utilizamos duas aulas semanais seguidas, sendo de 50 minutos a duração de cada aula. A maioria das aulas foram filmadas.

A seguir, apresentamos o cronograma de realização da atividade:

Tabela 2
Cronograma de realização da atividade

| MÊS | Nº DE AULAS | DURAÇÃO DAS AULAS |
|----------|---------------------|-------------------|
| Abril | 6 (seis) | 50 minutos |
| Maio | 8 (oito) | 50 minutos |
| Junho | 6 (seis) | 50 minutos |
| Agosto | Interrupção (greve) | - |
| Setembro | 8 (oito) | 50 minutos |

A tabela abaixo mostra as etapas de elaboração do minicongresso de acordo com os meses:

Tabela 3
Descrição das atividades desenvolvidas em cada etapa de elaboração do minicongresso.

| MÊS | Etapas de elaboração do minicongresso |
|----------|---|
| Abril | Apresentação da proposta e pesquisa de textos pelos e alunos e início das discussões sobre os temas. |
| Maio | Discussão dos temas pelos grupos, utilizando os textos pesquisados por eles e aqueles fornecidos por nós. |
| Junho | Elaboração dos resumos expandidos pelos alunos de acordo com as normas pré-estabelecidas. |
| Setembro | Envio dos resumos para o minicongresso e confecção dos pôsteres. |
| Outubro | Realização do Minicongresso na escola, com a presença de alunos, professores e pais de alunos. |

3.3 – Instrumentos de Coleta de Dados

3.3.1 - Filmagens

Para registrar a elaboração e desenvolvimento do minicongresso durante as aulas, estas foram filmadas. Utilizamos inicialmente uma câmera VHS. Posicionamos a câmera em um local estratégica da sala, de forma a contemplar o trabalho de todos os grupos. Percebemos que era difícil registrar as falas daqueles grupos que ficavam mais afastados da câmera. Sentimos a necessidade de filmar os grupos mais de perto. Conseguimos uma câmera digital, que era direcionada a cada grupo, de acordo com o andamento da atividade, ficando a câmera VHS fixa de fundo. Acreditamos ter sido este um instrumento importante para a coleta de dados, pois nos possibilitou uma análise detalhada das aulas e do minicongresso.

No início, onde utilizamos a câmera VHS fixa, houve dificuldade em discernir a fala dos alunos. Com o uso da câmera digital portátil, tivemos a possibilidade de nos aproximarmos de cada grupo com a câmera, registrando com mais detalhes os acontecimentos. Percebemos que, a princípio, o uso da filmadora provocou certa estranheza nos alunos. A maioria não estava acostumada com essa idéia. A partir da segunda aula, todos já estavam começando a se habituar com o aparelho e sua interferência não foi tão significativa. Podemos até dizer que foi mais um elemento motivador da atividade.

Como as aulas aconteciam com os sete grupos simultaneamente, dirigíamos a cada grupo de acordo com a dinâmica da aula. Alguns grupos solicitavam nossa presença mais que outros. Ao analisar as filmagens, percebemos que por mais que colocássemos a câmera próxima ao grupo, as interferências de outros sons foi inevitável. PINHEIRO *et al* (2005), no artigo *Uso de filmagens em pesquisas qualitativas*, os autores dizem:

O pesquisador deve ter em mente que nem todas as imagens captadas serão aproveitadas em seu estudo. Em virtude da dinâmica e da velocidade de apreensão das imagens que a técnica proporciona, resulta em um grande volume de informações que podem ser pertinentes ou não ao estudo. (PINHEIRO et al, 2005).

Assim, alguns trechos inaudíveis das filmagens foram descartados. Como foi utilizado o diário de campo durante as aulas, acreditamos não ter deixado escapar muitas impressões durante as aulas.

A escolha desse instrumento metodológico de coleta de dados aconteceu porque acreditamos ser a forma mais eficaz de registro da atividade, tendo em vista a complexidade do fenômeno. PINHEIRO *et al* (2005), no mesmo artigo citado acima, mencionam que:

A utilização simultânea de áudio e vídeo por meio de filmagens em pesquisas qualitativas constitui escolha metodológica, no sentido de apreender o fenômeno complexo em que os discursos e as imagens são suas partes inerentes. (PINHEIRO *et al*, 2005)

3.3.2 – Diário de Campo

A utilização de diário de campo foi fundamental para registrar as impressões que tivemos do fenômeno, tendo em vista que, durante a análise das filmagens, alguns detalhes ocorridos durante as aulas e não captados pela câmera poderiam ser esquecidos.

Todas as impressões que tivemos durante e após as filmagens foram registradas nesse diário. Nele há a descrição de pessoas, objetos, lugares, acontecimentos, atividades e conversas informais. Há um registro detalhado do ambiente, pois considera-se esse recurso essencial a compreensão dos fatos registrados por outros recursos. Segundo Bogdan e Biklen (1994):

Embora os investigadores saibam que as notas de campo são fundamentais para a observação participante, alguns esquecem que podem ser um suplemento importante a outros métodos de coleta de dados... (Bogdan e Biklen, 1994, p.150.)

Ao escrevermos nossas impressões no diário de campo, procuramos nos posicionar de maneira neutra, de modo a não deixar transparecer nossas pré-concepções sobre o fenômeno em questão. Apesar da dificuldade em fazer isso, nossos esforços se concentraram no sentido de descrever impressões minimamente imparciais sobre o fenômeno investigado.

Martins (1994) ressalta que as descrições podem ser emotivas, tanto quanto se deseje que elas sejam, mas nunca serão certas e erradas. Esse critério de certo e errado não se aplica às

descrições. Se parece haver algo contrário ao senso comum ou mesmo próximo ao absurdo, isto só nos mostra como os termos descrever, descrição e descritivo têm sido definidos.

3.3.3 – Documentos Escritos Pelos Alunos

Parte das aulas de elaboração do minicongresso foi destinada à construção dos resumos. As normas de confecção destes foram comunicadas aos alunos (ANEXO I), bem como o prazo final de envio dos trabalhos. Os resumos deveriam ser em duas páginas. O tipo de letra e toda a formatação foram enviados aos grupos.

Os resumos enviados pelos grupos foram analisados por nós e devolvido a eles com as ressalvas. Percebemos que esse documento escrito foi um instrumento que possibilitou a avaliação da aprendizagem dos conceitos trabalhados durante a elaboração do minicongresso. Comparamos o conteúdo dos resumos com as falas dos alunos durante as aulas. Isso possibilitou avaliar também a capacidade de síntese de cada grupo.

Para avaliação dos trabalhos submetidos, escolheu-se dois professores universitários, um da UFG e outro da UEG.

O resumos enviados para avaliação, estão disponibilizados no ANEXO II e os resumos alterados pelos alunos, após a avaliação, estão disponibilizados no ANEXO III.

3.4 – Categorias de Análise

Tendo realizado todas as etapas anteriores do trabalho, durante a análise das transcrições, do diário de campo e dos resumos do minicongresso, chegamos às seguintes categorias de análise:

- Interesse
- Discussão/Aprendizagem de Conceitos
- Interação entre os Grupos
- Relação Professor/Aluno
- Postura do Professor/Pesquisador – Presença do Processo de Reflexão.
- Resumos do Minicongresso
- Minicongresso

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Interesse

No subcapítulo Procedimento Experimental, já comentamos que a idéia de realização dessa atividade partiu do interesse dos alunos por temas de física moderna e contemporânea. Os alunos sempre traziam para a sala de aula revistas de divulgação científica (Super Interessante, Scientific American, Galileu) com matérias que tratavam de questões científicas atuais. Na função ritualística de cumprir o conteúdo programático escolar, quase não sobrava tempo para debater com eles tais questões. Percebia certa frustração dos alunos diante dessa situação.

Durante as aulas de elaboração e desenvolvimento do minicongresso, esse interesse apareceu de maneira ainda mais contundente, surgindo comentários que até extrapolavam os objetivos iniciais da atividade:

Professor, nosso tema é raios x. Podemos visitar um hospital e conhecer na prática o funcionamento de uma máquina de raios x? Podemos entrevistar as pessoas que tomam conta dessas máquinas e apresentar isso no dia do minicongresso?

Aluno 9

Uai, no início do trabalho eu achei esse negócio de minicongresso meio chato; brincar de cientista é coisa meio de criança. Depois comecei a achar interessante, porque além de ser um trabalho prático é um trabalho extra-classe, e os temas de física moderna escolhidos foram muito interessantes, daí comecei a achar divertido. Aí você olhando assim, o professor orientando, ficando mais perto da gente, completamente diferente do que acontece normalmente na sala de aula, fica mais fácil de aprender. A liberdade que tivemos para pesquisar e debater os temas com os grupos facilitou bastante a aprendizagem. Muitas curiosidades que a gente tinha em relação à certas coisas do dia-a-dia estão sendo tiradas nesse trabalho.

Aluno 24

Soares (2008) ressalta que o interesse não pode ser gerado, mas sim, despertado, pois já existe intrinsecamente, assim como o jogo. O interesse nada mais é do que o resultado de uma carência específica, que gera uma necessidade de aprendizado. No que diz respeito à aprendizagem, o interesse é o resultado de uma carência do conhecimento. Essa característica pode ser percebida no nosso trabalho, pois o interesse dos alunos pelos temas de física moderna, assim como por conhecer como acontece um congresso científico, foi despertado pela carência existente desses conhecimentos.

Segundo Soares (2004), interesse é algo sobretudo pessoal e não material e um mesmo assunto ou objeto pode gerar diferentes interesses, de acordo com sua apresentação e manipulação, indicando-se assim, possibilidades práticas e ilimitadas de motivação de uma pessoa. O despertar do interesse pelos estudantes está condicionado também à forma como o assunto lhes é apresentado. Se trabalhássemos com os temas de física moderna com as mesmas metodologias empregadas no ensino da física clássica, dando ênfase à abordagem matemática e à resolução de exercícios, talvez o interesse dos alunos não fosse o mesmo. Assim, o fato de apresentarmos uma proposta lúdica, através da realização de um minicongresso, foi fundamental para despertar o interesse pela atividade.

Algumas falas demonstram a liberdade que a atividade propiciou aos alunos:

Quando é pra gente falar... é tipo assim... explicar alguma coisa lá na frente é muito difícil... é ... tá todo mundo da sala olhando pra você e até o professor! Daí dá um baita dum medo... por que até eu que sou extrovertida eu tremo quando vou lá na frente...a gente tem medo de pagar mico lá e todo mundo achar a gente uma idiota... tipo assim... principalmente o professor. A gente não sabe direito se tá certo ou num tá. Porque foi feito longe do professor. Eu achei muito legal esse minicongresso, porque a gente teve liberdade para discutir os conceitos num clima de descontração.

Aluno 17

Segundo Piaget (1972), interesse e curiosidade fazem parte dos mecanismos de aprendizagem, através das estruturas de assimilação e de acomodação, ou seja, o interesse precede a assimilação. Há a necessidade de haver interesse por aquilo que se vê para que ocorra a assimilação. O autor distingue a curiosidade do interesse, considerando a primeira como um aspecto da acomodação, isto é, aparece como resultado de certa organização de informações na

estrutura cognitiva e o segundo, como um aspecto da assimilação, ou seja, aquilo que tal estrutura apresenta como carência de aprendizagem. A liberdade proporcionada pela atividade foi um fator que aumentou o interesse dos alunos.

Em outro aspecto, aparece a questão da liberdade, tanto na fala do aluno 17, quanto na do aluno 24. Salienta-se que esta liberdade é uma característica lúdica, que em termos de definição, tem estreita relação com o fato de algo ser lúdico ou não, isto é, para ser jogo, para ser lúdico, faz-se necessário ser livre. Se uma atividade lúdica, proporciona uma sensação de liberdade, é por que de fato, ela é livre, portanto, de fato ela é lúdica (Huinziga, 2001)

Já quando consideramos o aspecto da curiosidade, que aparece na fala dos alunos, Rosa (2002) trata da aprendizagem na forma usual como ela acontece, sem abertura para a curiosidade dos alunos, como um processo desinteressante, no qual é necessário na maior parte das vezes, que o estudante adie a satisfação de seus desejos, o que torna as atividades escolares, atividades muito sem graça.

Em outras palavras, se neste estágio já há, de um lado, um sujeito ativo no processo de conhecimento, de outro, é esta mesma condição de sujeito que o obriga a submeter-se ou a sujeitar-se, num certo sentido, às exigências imposta pelos objetos a serem conhecidos. Este é um processo lento, doloroso, mas inevitável. Não é por outro motivo que as tarefas da escola e o aprender se tornam, em muitos momentos, atividades muito sem graça. (Rosa, 2002, p.61)

O uso do lúdico para ensinar diversos conceitos em sala de aula rompe com essa estrutura, na qual a aprendizagem caracteriza-se como um processo lento e muitas vezes doloroso. Charadas, quebra-cabeça, problemas diversos, jogos e, no caso do nosso trabalho, simuladores, pois o minicongresso é uma simulação de um congresso científico, podem ser uma maneira de despertar este interesse intrínseco no ser humano e por conseqüência, motivá-lo para que busque soluções e alternativas que resolvam e expliquem as atividades lúdicas propostas.

Aqueles alunos com menor interesse inicial pela atividade, logo se envolveram com o trabalho, tendo seus interesses despertados.

Professor, não sabia que a física moderna tinha temas tão interessantes. A fissão e fusão nuclear têm relação com a bomba atômica. Vamos tentar explorar isso no nosso trabalho. A física é muito importante para a sociedade.

Aluno 1

O interesse pela atividade também pode ser percebido quando os alunos discutem entre si e conosco, aspectos da própria teoria:

Uai professor, aquele último dia que a gente estava pesquisando a gente não tava achando outra teoria não.... agora encontramos essa aqui. Ela contesta a teoria do Big Bang. Ela diz que o Big Bang não tem base científica.

Aluno 17

Percebemos também que, durante toda a realização da atividade, o interesse se manteve, surgindo ainda sugestões que ultrapassavam os objetivos da atividade:

Oi professor, estamos quase terminando nosso trabalho. A gente tava pensando em trazer um vídeo com alguns experimentos sobre LASER. O que o senhor acha?

Aluno 24

Alguns alunos externaram seu desejo em fazer o resumo com mais de duas páginas, pois, segundo eles, os temas eram muitos extensos e eles queriam mais espaços. Essa é mais uma demonstração de interesse pela atividade.

Nós estamos achando duas páginas muito pouco para colocar tanta coisa. Não pode ser maior não?

Aluno 24

Segundo Kishimoto (1996), o poder do jogo, de criar situações acaba envolvendo o ser que brinca. Nele, pode-se ultrapassar a realidade e aproveitar todo o seu potencial. A tomada de decisões, iniciativas, planejamentos e execuções oferecem alternativas novas, não pensadas em outra situação. Em termos educacionais, ao colocar o aluno em diversas situações, onde ele pesquisa e experimenta, conhece suas habilidades e limitações, exercita o diálogo, liderança e

outros valores - como aconteceu na elaboração do minicongresso - surge novamente a motivação, característica das brincadeiras. Assim, as resistências ao brincar, oriundas do processo de *adultificação*, vão sendo amenizadas.

O mesmo aluno que renega a brincadeira inicialmente, passa a visualizar o ato no ensino de forma mais positiva, devido ao envolvimento que o lúdico proporciona. O aluno vai gradativamente acreditando no processo, sendo motivado devido à variabilidade de novas alternativas. Assim, percebemos um empenho nas pesquisas e estudos dos materiais pelos grupos, na confecção dos resumos, nas discussões conceituais. A curiosidade em conhecer como acontece um congresso científico foi notória durante toda a realização da atividade. Isso pode ser notado nas falas:

Professor, em um congresso científico de verdade os cientistas também fazem as coisas em grupos como nós estamos fazendo?

Aluno 9

Durante toda a realização da atividade, era notória a ansiedade dos alunos em ter suas curiosidades saciadas. Como já relatamos, o ambiente onde aconteceu o trabalho (laboratório de informática) o tornou ainda mais lúdico, pois o uso de tecnologias é bastante atrativo para a maior parte dos estudantes . Isso pode ser percebido na fala:

Professor, o senhor vai trazer nós aqui de novo na próxima aula? Hoje nos divertimos muito estudando física moderna. Nem parece que a gente tava estudando física... a gente aprendeu brincando.

Aluno 8

Segundo Brougère (1998a), uma das contribuições do jogo à educação é o fato de permitir ao aluno relaxado ser mais eficiente em seus exercícios e em sua atenção. O interesse que é manifestado pelo jogo pode e deve ser utilizado para uma boa causa. O ambiente de realização da atividade fez com que os alunos ficassem mais relaxados, com a atenção voltada para o trabalho. Além disso, aqueles alunos que apresentavam problemas de indisciplina em sala de aula, não participando das aulas e demonstrando até desprezo pelos conteúdos trabalhados, passaram a se interessar pela física.

Essa questão, relacionada com a indisciplina, já foi estudada em trabalhos relacionados ao nosso grupo de pesquisa. Tanto Soares (2004, 2008), quanto Oliveira (2005) detectaram que as atividades lúdicas proporcionam um maior grau de disciplinaridade, ou seja, os alunos passam a focar mais na atividade, sendo que o barulho causado por eles está diretamente ligado a atividade. Tal melhora na disciplina é uma característica lúdica que surge de tais atividades e tem estreita relação com o interesse.

Diante de cada descoberta, de cada texto novo encontrado na rede ou entregue por nós a eles, o interesse e entusiasmo era grande:

Olha aqui professor, algumas figuras sobre raios X!

Aluno 9

Esse site que nós encontramos tem artigos bem interessantes sobre física.

Aluno 24

Professor, nós encontramos a figura de uma máquina de raios-X!

Aluno 9

Hum... Um tubo de raios catódicos lança elétrons que... que são acelerados e se chocam com uma superfície metálica. Tem o filtro, vácuo, motor, tem o motor lá.

Aluno 9

Brougère (1998) diz que o interesse leva à motivação. Essa característica foi condição *sine qua non* para que o desenvolvimento da atividade se desse de maneira satisfatória, tendo em vista que a participação dos alunos na atividade aconteceu voluntariamente. A princípio, não atribuímos uma nota à atividade, para que os alunos não se sentissem pressionados a participar dela.

O interesse por temas de física moderna e contemporânea através da elaboração do minicongresso se estendeu a outros professores, como por exemplo, a professora de informática:

Professor, tem algum grupo com o tema física quântica?

Professora de informática

Isso nos mostra que houve um envolvimento da comunidade escolar com o trabalho, pois professores de filosofia, história, geografia, língua portuguesa, faziam perguntas em conversas informais sobre a atividade, demonstrando interesse em participar dela, principalmente pela curiosidade em compreender os temas que estavam sendo discutidos.

O interesse de outras pessoas externas a sala de aula pelo trabalho, também tem relação com as atividades lúdicas. Quanto mais divertida a atividade, mais ela extrapola o ambiente em que se encontra, envolvendo um número maior de pessoas. Os teóricos do jogo, como Camerer (2003), chamam tal aspecto de Formação e Agregação de grupos.

Todos esses fatores nos mostram que o interesse pela física moderna não se restringe aos jovens e adolescentes, existindo também em adultos. A curiosidade dessas pessoas surge ora por quererem compreender o funcionamento de dispositivos tecnológicos no mundo moderno, ora por ouvirem esse termo na mídia com grande frequência e não saberem do que se trata.

4.2 – Discussão/Aprendizagem de Conceitos

As aulas de elaboração e desenvolvimento do minicongresso aconteceram na sala de informática da escola. Assim, os alunos tiveram a oportunidade de buscar textos na internet nesses momentos. Muitos deles já traziam os textos pesquisados anteriormente, bem como o material que fornecemos aos grupos. Nossa função era de realizar o que chamamos de *ludicidade mediada*, isto é, a partir da atividade lúdica, quando fossem explanados pelos alunos os conceitos pretendidos, fazíamos a mediação destes, para que se pudesse definir corretamente os termos, construindo conjuntamente os conceitos discutidos⁸. Tivemos o cuidado de não dar respostas prontas diante das inquietações dos grupos. Tentamos apenas organizá-los no caminho que apontava para o fenômeno que emergia.

Esse processo de elaboração conceitual pode ser observado nas falas:

⁸ Cunhamos esse termo, para diferenciá-lo da mediação segundo as idéias de Vygotsky. No nosso caso, a mediação surge depois que a própria atividade se encarrega de fazer com que os conceitos sejam explicitados. Por isso, usamos o termo ludicidade mediada, ou seja, pelo aspecto lúdico surge o conceito, que é discutido, enfim, mediado.

Professor, Nós pesquisamos mais sobre as aplicações da fissão e fusão nuclear. Basicamente fusão é juntar dois núcleos atômicos e fissão é separar, quebrar um núcleo. No processo de fissão nuclear, ou seja, na quebra do núcleo atômico, grandes energias são liberadas. É o que acontece com a bomba atômica. Quando um átomo tem um número atômico elevado, esse núcleo pode se romper. É o que acontece nesse caso.

Aluno 2

E na fusão nuclear é quando se junta dois núcleos atômicos. Nesse processo, ocorre liberação de energia.

Aluno 1

Essa elaboração conceitual foi favorecida pela liberdade que as atividades lúdicas proporcionam. Para Bruner (1969) o interesse, expresso através da curiosidade é um elemento gerador da aprendizagem, desde que se permita ao sujeito uma análise profunda do conceito. Interesse e curiosidade não são motivos suficientes, mas são grandes oportunidades para o aprendizado. Percebemos que os alunos 2 e 1 tiveram capacidade de síntese, conseguindo expressar com relativa clareza os conceitos de fissão e fusão nuclear.

Quando percebíamos que os alunos estavam seguindo em um caminho equivocado no processo de elaboração conceitual, tentávamos organiza-los com o mínimo de interferência possível:

(...) Mas olha só, vocês disseram que raios X são o mesmo que luz visível. São ondas eletromagnéticas. Mas então nós podemos tirar raios X com uma lanterna?

Professor

Não ... (Risos)

Aluno 8

Então qual é a diferença entre raios X e luz visível?

Professor

Professor, acho que o raios X é mais forte...

Aluno 7

É, tem mais energia.

Aluno 8

Percebíamos que, alguns grupos, centravam mais atenção nas aplicações do que no conceito, tentando iniciar o entendimento do tema por essas. Nesse caso, pedíamos a eles que buscassem os conceitos físicos envolvidos no fenômeno:

(...) LASER é uma ... um tipo de luz que têm cores diferentes; que foi... se não me engano, quem pesquisou sobre o LASER foi... Einstein? Não!... É, Einstein foi um deles. Têm várias aplicações na prática. Pode ser usado na medicina, pra fazer cirurgias a LASER...

Aluno 24

Essa ênfase dada pelos alunos nas aplicações, em detrimento aos conceitos, se justifica pela grande quantidade de aplicações da FMC. As tecnologias do mundo contemporâneo fazem parte do cotidiano deles, pois maioria já manuseou um laser e/ou já teve contato com aparelhos de raios x.

Em outros momentos, houve um direcionamento nosso no sentido de explicitar o fenômeno que se evidencia:

Professor, é... LASER é um tipo de luz que tem muita energia...

Aluno 2

Ah, então LASER é um tipo de luz. O que faz com que ele tenha mais energia que uma luz comum?

Professor

Acho que a energia que ela recebe é maior.

Aluno 2

A energia que ela recebe é maior? Vocês concordam?

Professor

Eu acho que o LASER tem mais energia porque a luz é mais concentrada.

Aluno 4

Como assim concentrada?

Professor

É. A luz é mais concentrada. É mais fina. Ela é chamada de luz coerente. Em outros processos de emissão de luz, onde essa emissão não é estimulada como no LASER, a luz não é coerente. Essa é a principal característica do LASER.

Aluno 4.

Percebemos aqui que o aluno A2 está em processo de elaboração do conceito de LASER. Inicialmente, ele consegue entender que se trata de um tipo de luz e faz uma relação com a energia. No entanto, ainda está no nível descritivo. Não consegue estabelecer uma relação de causa e efeito e formar um conceito generalizado.

O aluno A4, intervém na discussão, apresentando uma característica central do LASER: Ele diz que a luz é concentrada. Para compreender melhor a percepção que o aluno tem desse termo, insisti na explicação e percebemos que ele tinha interiorizado o conceito de *luz coerente*.

Esse processo de elaboração conceitual também pode ser percebido em outros grupos, como o de *Efeito Fotoelétrico*:

Professor, não entendemos bem uma questão. Aqui fala que “quando se aumentava a intensidade da luz, ao contrário do esperado, a luz não arrancava os elétrons do metal com maior energia cinética. O que acontecia era que uma maior quantidade de elétrons era ejetada”.

Aluno 15.

É A15, a energia é quantizada. É como se a luz fosse “pacotes de energia”. É necessária uma quantidade determinada de pacotes para arrancar uma certa quantidade de elétrons. Isso na verdade depende da frequência da luz. Assim, quando se aumenta a intensidade da luz, se atingirá elétrons de outras camadas, arrancando uma quantidade maior de elétrons”.

Aluno 16.

Percebemos aqui a grande interação entre os integrantes do grupo, sendo a dúvida de um aluno sanada por seu colega. Em alguns momentos, até incentivamos o encontro dos grupos, que só foi possível pela característica do trabalho:

Pessoal (grupo natureza dual da matéria), conversem um pouco com o grupo sobre efeito fotoelétrico. Chegamos à conclusão que existe uma relação muito próxima entre os temas dos dois grupos.

Professor.

[...] Pessoal, viram as relações entre os temas de vocês? (Efeito fotoelétrico e dualidade onda-partícula)

Professor

Ham ham. Tem muita relação sim.

Aluno 15

É. Um complementa o outro.

Aluno 16

Segundo Soares (2008), essa interação entre os grupos é uma característica das atividades lúdicas, pois o clima de descontração proporcionado pelo ludismo proporciona liberdade. Entendemos que isso foi fundamental para o bom andamento do trabalho, tendo em vista que existe uma tendência natural de os alunos perceberem os tópicos isoladamente, fruto de um ensino compartimentalizado. A interação entre os grupos possibilitou a eles concluir que existe uma relação de complementaridade entre os tópicos, o que nos leva a crer que houve contribuições no campo da natureza do conhecimento científico no que diz respeito a saberes não isolados.

Segundo Ostermann e Moreira (2000), esta é uma das questões que justificam o trabalho de temas de física moderna e contemporânea no ensino médio, pois através dela se torna mais fácil a construção de uma visão mais correta da ciência e da natureza do trabalho científico.

4.2.1 - Interações entre os Grupos

Como foi mencionado no tópico anterior, durante toda a elaboração e desenvolvimento do minicongresso, percebemos grande interação entre os grupos. Essas interações ocorriam tanto no que se refere a discussões conceituais, como descrevemos em alguns exemplos na categoria anterior, como também no que diz respeito ao envolvimento com a atividade, no sentido de um grupo auxiliar outro na elaboração dos resumos, na busca de material na internet, na confecção dos painéis, etc.

De acordo com Soares (2008), fica evidente que essa interação é uma característica das atividades lúdicas, pois o grande envolvimento dos alunos com a tarefa faz com que a aprendizagem seja facilitada, provocando um auxílio natural entre os grupos. Alguns alunos

tinham mais experiência que outros em lidar com recursos da informática, como exemplificam as falas:

Aluno 14, vocês já terminaram o resumo de vocês?

Aluno 16

Estamos quase terminando...

Aluno 14

A gente tá com dificuldade em formatar o trabalho. Como é que faz pra colocar essas margens de 2; 2,5 cm?

Aluno 16

Ah, peraí, já vou mostrar pra vocês...

Aluno 14

As interações no nível das discussões conceituais foram particularmente importantes, porque proporcionaram aos alunos uma visão mais global dos temas trabalhados, diminuindo a visão compartimentalizada dos estudantes em relação aos conteúdos. A verificação destes de que existe uma complementaridade entre os tópicos nos revela esse fato. Quando surgiam dúvidas nas discussões conceituais, a partir de certo momento, já havia uma busca natural de um grupo pelo auxílio de outros.

Professor, a gente tava discutindo sobre a natureza dos raios X. A gente tava lendo que em algumas situações eles são ondas e em outras são considerados partículas. Isso tem relação com o tema do outro grupo sobre dualidade onda-partícula, não é?

Aluno 9

Bem, conversem com esse grupo para vocês verem se é isso mesmo...

Professor

Algumas falas exemplificam a interação entre os grupos no que diz respeito à confecção dos pôsteres:

Aluno 19, como vocês estão fazendo o painel de vocês?

Aluno 24

A gente tá fazendo no PowerPoint. Eu vou passar o modelo para vocês.

Aluno 19

Mas como é que a gente coloca os tamanhos certos, porque do jeito que tá aqui, vai sair pequeno...

Aluno 24

É só vocês irem lá em configurar página e escolher o tamanho certo...

Aluno 19

Ok. Vou tentar...

Aluno 24

Em um outro aspecto, detectamos o que chamamos de Apelo do Mais Velho (CHATEAU, 1987). Ou seja, os mais velhos ou mais experientes tem uma ação efetiva sobre a aprendizagem dos outros. Tanto a presença do professor quanto a ajuda de grupos mais experientes, tanto em leituras quanto em aspectos de informática, fez com que houvesse uma maior interatividade entre os grupos e uma melhora no andamento dos trabalhos.

Percebemos que houve divertimento na confecção dos pôsteres. Os alunos demonstraram empolgação e chegaram a assumir o papel de “cientistas”. É a *personificação*, característica já discutida anteriormente. Segundo Huinziga (2001), as representações mostram alto grau de imaginação e durante esse processo de personificação, verifica-se uma intensa satisfação em representar e se sentir na função do objeto da personificação.

No momento de colocar as referências bibliográficas nos trabalhos, orientamos alguns grupos e estes interagiram com os outros.

(...) Aluno 24, vocês viram o que tá errado aqui nessas referências?

Aluno 17

(...) O professor falou que não pode colocar “www.google.com.br.” A gente tem que colocar o endereço do site que a gente pesquisou e o dia que a gente entrou.

Aluno 24

(...) *Nossa, vou ter que corrigi tudo. Não fiz desse jeito.*

Aluno 17

Entendemos que esse tipo de interação cria uma cooperação que facilita a aprendizagem, Além disso, percebe-se uma melhoria significativa na disciplina da turma, pois o envolvimento de todos com a atividade faz com que eles se centrem no mesmo foco, isto é, atividades cooperativas tem maior chance de levar ao aprendizado de conceitos, seja pela ajuda mútua, seja pelo apelo do mais velho (CAILLOIS, 2001). Segundo Soares (2008), os jogos, pela sua própria natureza intrínseca, além de suas características particulares, discutidas anteriormente, trazem de volta a disciplina, a atenção, a interação e principalmente, o interesse, seja ele voltado para a química, para a matemática ou para as artes.

Souza⁹ (citado por SOARES, 2004) discute que a indisciplina atual também se deve às mudanças na sociedade e principalmente ao fato da escola não acompanhar estas mudanças. A sociedade mudou mas a escola é a mesma de alguns anos e que já era de certa forma igual àquela que nossos pais tiveram. Fatos novos como os computadores, a *internet* e a televisão, mesmo considerando-se uma exclusão digital, contribuíram para a mudança observada em nossos adolescentes. Fica claro que se aprendeu a datilografar em máquinas mecânicas, hoje isso é feito em computadores. Alguns de nós crescemos com televisores em preto e branco e no início das transmissões via satélite, hoje, se cresce e se convive com computadores, editores de texto, caixas eletrônicos e transmissões ao vivo de catástrofes e até de guerras.

4.3 – Relação Professor/Aluno

Como já mencionamos nesse trabalho, nosso esforço foi no sentido de assumir uma postura de *ludicidade mediada* no processo de elaboração conceitual. Procuramos mediar as relações didáticas em sala de aula, com vista a evidenciar o fenômeno em questão. Percebemos que os alunos não viram o professor como um ser detentor de todas as respostas, mas como alguém que estava ali para direcionar a formação de conceitos. Isso pode ser percebido na fala:

⁹ SOUZA, S. M. Z. L.; **Possíveis Impactos da Avaliação Externa no Currículo escolar**. In: Políticas Organizativas e Curriculares, Educação Inclusiva e Formação de Professores. Editora Alternativa, 2002.

Ah, professor, agora acho que entendi. Aquele texto que o senhor passou para gente foi muito bom. O que não tinha lá a gente pesquisou na internet.

Aluno 9

Cabe lembrar que o lugar ocupado pelo professor na sala de aula no ensino tradicional é um lugar de destaque, de diferenciação, além é claro, um lugar de poder. Nesta posição o professor direciona o tipo de formação que irá executar e a maneira como a mesma acontecerá, possuindo o poder de decidir sobre a vida dos estudantes. O aluno olha para o professor com olhares de admiração, quase encantamento pelas qualidades consideradas sobre-humanas que essa figura representa. Segundo Rosa (2002), nessa visão há um misto de admiração e medo, uma vez que, para o aluno, a palavra do professor constitui força de lei. A aplicação de atividades lúdicas em sala de aula aproxima o professor do aluno, devido à própria dinâmica do trabalho descrito, rompendo com essa estrutura.

Essa força que a figura do professor encarna, constitui o que é chamado por Chateau (1987) de “apelo do mais velho”. O modelo representado pelo professor é observado pelo aluno, sendo que as atitudes daquele pode ao mesmo tempo, causar admiração ou aversão. Com a aproximação entre aluno e professor, essa estrutura hierárquica é atenuada, criando um ambiente mais favorável para a aprendizagem. Isso porque surge uma situação de confiabilidade, caracterizada pela valorização do aluno. Valorizado, o mesmo parte para um processo de busca sem temer repreensões por parte do outro.

“Mas, afinal de contas, o que define esse estado de confiabilidade e o que ele permite? Em linguagem comum, não seria errado afirmar que a confiabilidade se define por um estado em que o indivíduo não se sente ameaçado pela invasão do outro, de que seu gesto será aceito e acolhido como legítimo e bem-vindo. Neste estado, o que está por princípio garantido é a liberdade de manifestação do sujeito, não importando se tal manifestação é, do ponto de vista do observador externo, ilógica, absurda ou caótica.”

(Rosa, 2002, p.66)

Percebemos que os alunos passaram a entender o papel do professor nesse processo de aprendizagem, pois eles não mais faziam perguntas diretas como “o que é isso?”. Quando perguntas eram feitas, percebíamos que eles já haviam lido algo a respeito e estavam necessitando de orientações para compreender o conceito. Isso poder ser notado nas falas:

Professor, a gente tava discutindo sobre a questão das cores do laser. Isso depende do material usado no laser, né?

Aluno 24

(...) a gente tava estudando um pouco sobre a fusão a frio. É esse fenômeno que gera a energia limpa?

Aluno 2

O ambiente de descontração promovido pelas atividades lúdicas, favorável para a aprendizagem de conceitos, propiciou aos alunos se sintam mais livres para fazer perguntas sobre questões que despertam sua curiosidade. A melhoria da relação professor-aluno, sem dúvida, favorece a aprendizagem, no entanto, podemos dizer em termos lúdicos que essa aproximação entre professor e aluno se dá no nível da afetividade, o que proporciona um melhor rendimento para ambas as partes.

Essa categoria de análise surgiu também pela percepção que tivemos da importância do professor no processo ensino-aprendizagem, na sua relação com o aluno na elaboração de idéias. Percebemos que, vários grupos, tinham a tendência de basear suas idéias sobre física moderna e sobre a natureza da ciência em opiniões veiculadas pela mídia. Compreendemos por mídia qualquer meio de veiculação de informações, seja por meio impresso ou digital; como, por exemplo, jornais e revistas de divulgação científica.

A facilidade de acesso à informação nos dias atuais contribui para que os alunos não saibam discernir entre o que é científico e o que é pseudocientífico. Muitos deles, pelo simples fato de lerem algo na internet, tomam aquilo como verdade absoluta. Nesse sentido, o papel do professor como mediador é indispensável.

O grupo sobre *Origem do Universo* teve acesso pela internet a textos que apresentavam “teorias” que contestavam o *Big Bang*. Percebemos que os referidos textos não eram de cunho científico, sendo alguns de cunho religioso. Nesse momento, foi preciso intervir, no sentido de mostrar-lhes o que é uma teoria, como uma teoria pode ser refutada, dentre outras coisas.

(...) Professor, achamos uma teoria que contesta o big bang. Ela diz que o big bang não tem base científica...

Aluno 17

(...) porque tem várias opiniões... várias teorias sobre a origem do universo. Tem o lado religioso, o lado científico... e por aí vai...

Aluno 19

Acreditamos que um dos fatores que contribuiu para o desvio do foco da discussão científica nesse grupo foi a facilidade de acesso à informação proporcionado pela rede mundial de computadores. Os alunos pesquisavam textos na internet sem a preocupação em conhecer suas referências. Tudo que está lá foi tomado por eles como verdade absoluta.

4.4 – Postura do Professor/Pesquisador – Presença do Processo de Reflexão

Durante toda a realização desse trabalho, foi constante a preocupação da postura do professor diante da atividade. Como essa pesquisa é de natureza qualitativa com enfoque fenomenológico, procuramos ter a cautela de interferir o mínimo possível no processo de elaboração conceitual dos alunos. Tínhamos a consciência de que nosso papel era o de organizar esse processo no caminho em que o fenômeno ia se apresentando. Como já discutimos anteriormente, não entendemos o sujeito separado do objeto. Por isso, não tivemos dificuldade em aceitar o fato de que, enquanto sujeitos, fazemos parte do fenômeno em questão.

Nossa preocupação maior era em saber o limiar de interferência do professor/pesquisador. Tudo isso gerou um processo de reflexão constante, que se estendeu à fase de análise dos resultados. Como realizar a *ludicidade mediada* sem alterar o fenômeno? A compreensão mais clara sobre essas questões só aconteceu depois da análise dos resultados.

Percebemos que, em algumas situações, na ansiedade do desfecho da discussão, houve interferências que talvez tenham ultrapassado esse limiar (o de só mediar). As falas abaixo exemplificam isso:

Veja o seguinte exemplo: Quando um feixe de luz é detectado por um filme fotográfico para formar uma imagem, a luz está se comportando, segundo o modelo estabelecido, como partícula. Quando ela desvia de obstáculos, ou seja, sofre difração, ela se comporta como onda. Então, dependendo da situação um comportamento ou outro irá sobressair.

Professor

Ah, vocês tocaram num ponto interessante. Vocês estão dizendo que o LASER é uma luz coerente. Em outros tipos de emissão, a emissão de fótons ocorre de maneira desordenada. No LASER, ocorre um processo chamado “emissão estimulada”. Vocês viram o significado do termo LASER? É uma sigla do inglês: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation. (Amplificação da luz por emissão estimulada da radiação).

Professor

Ah, vamos lá. Essa é uma questão central da física quântica. A energia é quantizada. Aqui, pensa-se na luz como “pacotes de energia”. É necessária uma quantidade determinada de pacotes para arrancar uma certa quantidade de elétrons. Isso na verdade depende da frequência da luz. Assim, quando se aumenta a intensidade da luz, se atingirá elétrons de outras camadas, arrancando uma quantidade maior de elétrons.

Professor

Entendemos que isso não comprometeu nossos resultados, pois a análise global dos mesmos mostra que a influência dessas interferências fora do limiar desejado no processo de elaboração conceitual não foi significativa; tendo até pontos positivos, como o de gerar todo esse processo de reflexão por parte do professor/pesquisador.

Esse tipo de comportamento nos revela a dificuldade em lidar com fenômenos com elevado grau de complexidade, como esse em questão. Mesmo com uma postura teórico-metodológica definida, a imprevisibilidade da sala de aula faz surgir situações que fogem do nosso controle. Tínhamos a consciência da influência das interferências nesse processo, mas em certos momentos, não conseguimos nos abster dela.

Sobre essa questão da reflexão, Schön (2000) ressalta que a prática profissional se caracteriza por apresentar situações de instabilidades e de incertezas que nem sempre são resolvidas pelo profissional, pois seu repertório de saberes não dá as respostas exigidas no dia-a-dia do exercício da profissão. As referidas situações supõem a mobilização de saberes e de competências que ultrapassem os conhecimentos técnicos adquiridos nos processos formativos. Ser um profissional reflexivo, nesta acepção traduz-se na capacidade de ver a prática como espaço/momento de reflexão crítica, problematizando a realidade pedagógica, bem como analisando, refletindo e reelaborando, criativamente, os caminhos de sua ação de modo a resolver os conflitos, construindo e reconstruindo seu papel no exercício profissional.

Schön (2000), trata da *reflexão-na-ação* e *reflexão-sobre-ação*. A primeira refere-se aos processos de pensamento que ocorrem durante a ação, permitindo-lhe reformular suas ações no decurso de sua intervenção. Estabelece-se um dinamismo de novas idéias e hipóteses, que demandam do professor uma forma de pensar e agir mais flexível e aberta. Certamente, o

professor não pode limitar-se a aplicação de técnicas aprendidas; é preciso construir e comparar novas estratégias, novos modos de enfrentar e definir os problemas. Este processo envolve não apenas o conhecimento científico dos fatos, mas, também, o conhecimento intuitivo e artístico. A *reflexão-sobre-ação* refere-se à análise que o professor faz dos processos e das características da sua própria ação, no momento em que ele se distancia da prática do cotidiano. Assim, a ação pedagógica é reconstruída pelo professor a partir do observar, descrever, analisar e explicitar os fatos. Estes procedimentos propiciam ao professor a compreensão de sua própria prática.

A reflexão-na-ação, portanto, representa o **saber fazer** (que ultrapassa o fazer automatizado) e a reflexão-sobre-ação representa o **saber compreender**. São dois processos de pensamentos distintos que não acontecem ao mesmo tempo, mas que se completam na qualidade reflexiva do professor.

Essas reflexões serviram como avaliação de nossa postura metodológica, contribuindo, para nosso amadurecimento teórico. Pensamos em fazer mais aplicações dessa atividade para melhorar os resultados dessa pesquisa, por outro lado, entendemos depois que estaríamos buscando um aperfeiçoamento através da repetição. Assim, além de estarmos assumindo uma postura positivista, chegaríamos para essa segunda aplicação com pré-concepções mais realçadas, o que poderia ser um problema para o método que estamos utilizando.

4.5 – Resumos do Minicongresso

Conforme descrevemos no procedimento experimental, durante as aulas de elaboração do minicongresso, os grupos confeccionaram os resumos expandidos dos trabalhos. Estes deveriam ser em no máximo duas páginas. Os grupos enviaram os resumos para nosso laboratório, onde avaliamos cada um deles e enviamos o resultado das avaliações para os alunos. Inferimos a seguinte análise de tais resumos:

- A) Uso de linguagem pessoal e da cientificidade – Alguns grupos se utilizaram de pronomes na primeira pessoa, ou do plural ou do singular.

O primeiro conceito é o de partícula. Para nós, este termo significa um objeto que possui massa e é extremamente pequeno como uma minúscula bolinha de gude. (Grupo Natureza Dual da Matéria).

Apesar deste trabalho de dissertação se utilizar da primeira pessoa do plural, por ser fenomenológico, congressos em áreas consideradas técnicas, utilizam-se da linguagem impessoal. Portanto, sugerimos aos alunos que substituíssem a linguagem pessoal pela impessoal. Além disso, um grupo confeccionou o resumo se utilizando de ironia, o que também não obedece aos critérios de cientificidade.

B) Conceito versus aplicação: Muitos grupos se detiveram nos aspectos conceituais, deixando de lado as aplicações.

A Dualidade onda-partícula, também denominada dualidade onda-crepúsculo ou dualidade matéria-energia, constitui uma propriedade básica da mecânica quântica e consiste na capacidade das partículas subatômicas de comportarem-se ou terem propriedades tanto de partículas como de ondas. (Grupo Natureza dual da matéria).

O fato que chama a atenção é que durante todo o trabalho de elaboração dos resumos e discussão dos conceitos, o que mais surgiu foram aspectos de aplicação. Isso pode ser percebido nas falas:

Professor, difração de raios-x faz parte do conteúdo, né? (Aluno 7)

Bom, LASER pra mim é muito importante, porque a gente pode fazer muitas coisas legais através do LASER, como escova de LASER pra mulher... é muito interessante. Tem muitas aplicações: Depilação à LASER... é muito útil para as mulheres na física. (Aluno 22)

Isso mostra que os alunos ainda percebem uma dicotomia muito grande entre teoria e prática, chegando ao ponto de não conceber aspectos de aplicação em um trabalho teórico.

C) Forma: Embora tenhamos discutido com os alunos as regras de formatação do trabalho (ANEXO I), muitos grupos enviaram os resumos em desacordo com as normas. Percebemos que a maioria dos alunos não tinha conhecimento da exigência de normas para trabalhos científicos e tiveram dificuldade nesse aspecto. A mesma dificuldade foi percebida quanto às regras de citação de referências bibliográficas, conforme exemplos:

br.geocities.com/chrisriosw/fissaoefusao.html
br.geocities.com/saladefisica6/fisicamoderna/fusao.htm

Quanto à questão da presença de nomes incompletos de autores nos resumos, acreditamos que se deve ao fato de os alunos não estarem habituados a se expressar de maneira formal, pois fazem uso abundante da linguagem informal no dia-a-dia, principalmente na internet.

Nessa etapa de elaboração do minicongresso, houve dificuldade em manter o caráter lúdico da atividade, tendo em vista que a obediência às normas não parece ser algo a princípio prazeroso. O que os motivou para a confecção dos resumos foi a ênfase dada à questão da simulação de um congresso científico, destacando a importância de se seguir um padrão para a apresentação dos trabalhos.

D) Percebemos também que, muitos trabalhos, não apresentavam divisão de tópicos, tendo longos parágrafos. Esse fato está associado à dificuldade de síntese na escrita. Eles tiveram dificuldade em sintetizar tudo que foi discutido durante as aulas de elaboração do minicongresso em duas páginas. Nos grupos sobre LASER e Origem do Universo, essa característica ficou mais marcante.

Nesse primeiro, o grupo começou abordando as características que definem o LASER, conceituando posteriormente *emissão estimulada* e só depois disso há uma discussão sobre os processos de emissão de luz no átomo. Acreditamos que o trabalho ficaria mais compreensível se seguisse outra estrutura lógica, com uma divisão em tópicos, na qual seria feita uma discussão no âmbito geral sobre os processos de emissão de fótons em átomos, para em seguida se definir *emissão estimulada* e a partir daí apresentar as características que definem o LASER.

O grupo sobre Origem do Universo apresentou as mesmas características, escrevendo sem uma estruturação em tópicos e apresentando algumas informações sem a articulação e aprofundamento necessários para a compreensão mais ampla do trabalho. No trecho:

A lei de Hubble foi a primeira, e mais relevante observações que descreve o afastamento das galáxias distantes com velocidades proporcionais às suas distâncias: $V=H_0d$. Nesta fórmula V é a velocidade de recessão das galáxias, d é a distância à Via Láctea e H_0 é a “constante” de Hubble no instante em que fazemos a observação. (Grupo Origem do Universo).

Não há uma explicação mais detalhada sobre essa lei, parecendo até desnecessária sua colocação no trabalho.

4.6 – Minicongresso

Para melhor entendimento do que ocorreu no minicongresso, decidimos discutir os resultados, considerando, momento a momento do que ocorreu no dia.

Parte I - Início das atividades

No dia do minicongresso, os alunos chegaram cedo à escola para montar os pôsteres para as apresentações. Não houve atraso de nenhum grupo. Todos os grupos confeccionaram os pôsteres em papel tamanho A2. Foi grande a movimentação deles para conseguir as fitas adesivas para fixar os painéis.

Foi notória a ansiedade dos alunos para o início do minicongresso. Houve preocupação com o lugar onde fixar os pôsteres, de modo a ficar mais visível para o público participante. Alguns alunos manifestaram o desejo em ver os demais professores da escola e seus pais participando. Um aluno chegou a perguntar:

Professor, a professora de artes tá aí? (Aluno 24)

Está sim. (Professor)

É porque a gente quer que ela assista as apresentações. (Aluno 24).

Percebemos novamente aqui o “apelo do mais velho”, pois os alunos sentiram a necessidade de se afirmarem perante seus professores. Sobre essa característica, Chateau (1987) discorre que a atividade da criança parece orientada quase sempre por duas forças associadas: o desejo de mostrar-se grande, de igualar-se ao mais velho ou ao adulto, tomados por modelo.

Depois de fixado os pôsteres, estava tudo pronto para o início das atividades. Os alunos não queriam iniciar a sessão sem a presença dos professores da escola. Alguns estudantes chegaram a perguntar sobre a vinda de professores da Universidade para o minicongresso.

Professor, os professores lá da faculdade vão vir pro minicongresso? (Aluno 24)

Eles ficaram ansiosos por serem avaliados por professores universitários, mas a ausência destes não diminuiu a empolgação dos congressistas.

Parte II: Início das apresentações:

Iniciada a sessão de pôsteres, com a participação de grande parte dos professores da escola, percebemos que muitos alunos ainda estavam inseguros quanto às suas falas, ficando ainda bastante presos aos textos dos painéis. No transcorrer as apresentações, eles ficaram mais à vontade, demonstrando empolgação em explicar seu trabalho para o público.

De modo geral, os grupos conseguiram apresentar os trabalhos de maneira objetiva e sintética, conforme demonstram as falas:

Bom, nosso grupo é composto por ... nosso trabalho é sobre física moderna, sobre raios x. Os raios x podem ser produzidos quando elétrons são acelerados em direção a um alvo metálico. A energia com que os elétrons saem do cátodo chega a 30 keV. A energia dos raios x depende de sua frequência. É a equação $E = h.f$.

(Aluno 7)

Bom, a fusão nuclear é a junção de vários pequenos átomos para formar um maior. No Sol ocorre a fusão nuclear, porque ele faz a junção do gás hidrogênio, formando outro produto chamado de Hélio. Essa fusão libera radiação e calor.

(Aluno 2)

Já a fissão nuclear é a separação de um núcleo pesado, instável, através do bombeamento com nêutrons, que gera bastante energia. Um átomo se divide em vários átomos menores. Em 1934, E. Fermi bombardeou átomos de Urânio com nêutrons e observou que os núcleos bombardeados capturavam os nêutrons, originando um material radioativo. Um exemplo desse fenômeno é a bomba atômica.

(Aluno 1)

Alguns grupos se detiveram mais nas aplicações do que nos aspectos conceituais:

O LASER é muito utilizado nas indústrias. Através do LASER tem cirurgias, tem... tem muitas utilidades, até para descobrir doenças, porque existem máquinas de LASER que podem nos ajudar a descobrir doenças. O LASER é um tipo de luz, uma radiação. Ele é utilizado até nas forças armadas...

(Aluno 22)

Tal fato pode ser explicado pelo interesse do público em geral sobre as aplicações da física moderna, o que faz com que a discussão conceitual fique um pouco em segundo plano, principalmente quando as explicações, os “porquês” são demasiadamente técnicos.

O grupo sobre Origem do Universo não se deteve aos aspectos científicos do surgimento do cosmos, fazendo comparações da teoria do big bang com as interpretações religiosas do início do mundo.

Nosso tema é Origem do Universo né... Existem duas teorias para a origem do universo, uma científica e outra religiosa. A científica (Big Bang) diz que, segundo observações, o universo está em expansão de acordo com o modelo ... da teoria da relatividade. A Lei de Hoobe é uma das leis envolvidas na teoria do big bang. A explicação religiosa diz que o universo foi criado através de Deus, né... Deus criou os céus e a Terra. As duas teorias vivem em confronto. Todos têm hipóteses.

(Aluno 19)

Esse grupo começou a desviar o foco das questões científicas ainda nas aulas de elaboração do minicongresso. Eles tiveram acesso através da internet a sites com conteúdos religiosos sobre a origem do universo. Tal fato nos mostra a facilidade perigosa que a rede mundial de computadores nos traz, tendo em vista que, para os alunos, os textos pesquisados na rede são tidos como verdades absolutas, chegando ao ponto de classificarem a interpretação religiosa como teoria. Entendemos que seja necessário um trabalho mais minucioso com esse grupo sobre questões relativas à natureza do conhecimento científico, bem como das condições de produção e validação deste.

O grupo sobre natureza dual da matéria apresentar os conceitos de maneira sintética e objetiva:

A Dualidade onda-partícula, também denominada dualidade onda-crepúsculo ou dualidade matéria-energia, constitui uma propriedade básica da mecânica quântica e consiste na capacidade das partículas subatômicas de comportarem-se ou terem propriedades tanto de partículas como de ondas.

(Aluno 32)

O grupo sobre Efeito Fotoelétrico também fez uma apresentação sucinta do tema, destacando os principais conceitos envolvidos no fenômeno:

Um importante passo no desenvolvimento das concepções sobre a natureza da luz foi dado no estudo de um fenômeno muito interessante, descoberto por H. Hertz . Este fenômeno recebeu o nome de efeito fotoelétrico. O efeito fotoelétrico consiste na emissão de elétrons pela matéria sob a ação da luz.

(Aluno 15)

Houve também destaque para as aplicações do tema:

O efeito fotoelétrico tornou possível o surgimento do cinema, assim como a transmissão de imagens animadas (televisão). O emprego de aparelhos fotoelétricos permitiu construir maquinaria capaz de produzir peças sem intervenção alguma do homem. Os aparelhos cujo funcionamento assenta no aproveitamento do efeito fotoelétrico controlam o tamanho das peças melhor do que o pode fazer qualquer operário, permitem acender e desligar automaticamente a iluminação de ruas, os faróis, etc.

(Aluno 16)

Parte III: Interação com o público

1) Interação com os professores

Durante as apresentações, todos os professores participantes ficaram bastante interessados nos trabalhos dos alunos. O interesse não se limitou aos professores da área de ciências, existindo também com os docentes das demais áreas do saber.

O que chamou mais a atenção desse público foi a grande quantidade de aplicações da física moderna. Muitos não imaginavam que o princípio de funcionamento de inúmeros aparelhos e equipamentos que eles utilizam no dia-a-dia está alicerçado nesse ramo da física.

Quando o grupo sobre raios-x começou a falar sobre o tema, alguns professores fizeram alguns questionamentos que serviram até como instrumento de avaliação dos grupos. O professor de Biologia fez a seguinte pergunta:

Quais são os efeitos dessa radiação sobre o organismo humano? (Professor de Biologia)

Os alunos hesitaram um pouco antes de responder, até que um aluno se manifestou:

Bom, os raios-x é... são ondas eletromagnéticas e têm muita energia. Eles conseguem penetrar no corpo humano e pode causar alguns danos à saúde, pois qualquer tipo de radiação pode causar várias doenças, inclusive câncer de pele. (Aluno 9)

Ah sim, então devemos evitar fazermos exames de raios-x desnecessários, tendo em vista que dosagens prolongadas são nocivas à saúde. (Professor de Biologia).

Os participantes se movimentavam por todos os pôsteres, demonstrando curiosidade por todos os temas apresentados no minicongresso. Procuramos registrar os principais momentos, aqueles nos quais estava voltado o foco das atenções.

Percebemos que o tema *Fissão e Fusão Nuclear* atraiu bastante a atenção do público, sempre interessados na questão da bomba atômica. Muitos professores indagaram os alunos em

relação a esse tema. A professora de Língua Portuguesa ficou satisfeita com as explicações do grupo, que não se prenderam a análises matemáticas, dando ênfase aos aspectos conceituais, o que facilitou a compreensão do tema pelo público não especializado. Esta professora perguntou ao grupo:

...mas como é possível ser liberada uma quantidade tão grande de energia a partir de algo tão pequeno?

(Professora de Língua Portuguesa)

Nesse momento, os alunos ficaram com algumas dúvidas, sendo necessária a intervenção do professor para orientá-los na resposta. Após isso, eles responderam:

Bom, isso tem relação com a teoria da relatividade de Einstein. Através da equação $E = m.c^2$, deduzimos que para uma massa pequena, é necessária uma quantidade muito grande de energia, devido ao fator c^2 . (Aluno 2)

Percebemos que, nesse momento, a necessidade de uma análise matemática dificultou a compreensão do conceito por parte da professora, mas acreditamos que o objetivo central foi atingido.

2) Interação com os pais

Os pais de vários alunos compareceram ao minicongresso. Decidimos liberar a participação destes, pois mesmo correndo o risco de modificar as características de um congresso científico, no qual há somente a participação de um público não-leigo, fomos motivados pela importância de tornar o conhecimento científico acessível à população. O entusiasmo dos pais em ver seus filhos na frente dos pôsteres foi notório. Eles não se limitaram a assistir as apresentações, interagindo em vários momentos com os grupos.

Como mencionamos anteriormente, a forma como foi apresentada os trabalhos possibilitou que pessoas sem conhecimento especializado sobre o assunto tivessem acesso aos temas. Mesmo aqueles pais com baixa escolaridade, demonstraram seu interesse através de

perguntas feitas aos alunos. Os temas que chamaram mais a atenção dos pais foram: Fissão e Fusão Nuclear, Origem do Universo, Raios-x e LASER. Como são temas que eles ouvem freqüentemente na mídia, o interesse em conhecê-los melhor, principalmente com a explicação dos filhos, foi grande.

Um tema que gerou polêmica foi *Origem do Universo*. Muitos pais questionaram a visão da ciência sobre o surgimento dos Cosmos, fazendo comparações com a visão religiosa. Nesse momento, foi necessária uma intervenção, no sentido de explicar que o objetivo do estudo desse tema centrava-se nos aspectos científicos envolvidos na Origem do Universo, sem a pretensão de invadir saberes de outras naturezas.

Muitos pais se surpreenderam com os temas do minicongresso. A maioria imaginava que seria algo impregnado de equações matemáticas e por isso de difícil compreensão. O depoimento de um pai reforça essa idéia:

Nossa, não imaginava que a física tinha temas tão interessantes. Não sabia que quase tudo de tecnologia que se tem hoje é resultado da física moderna. A maneira como a matéria foi tratada com certeza facilitou para os alunos apreenderem. O que eu me lembro da física do colégio é quase nada. O que me vem a mente é só fórmulas e cálculos. Se na minha época as matérias fossem ensinadas assim, com certeza eu teria aprendido bem mais e também teria sido mais útil.

(Pai de aluno)

O depoimento desse pai revela a importância em se trabalhar com atividades dessa natureza na educação básica, pois além provocar um rompimento com a estrutura tradicional de ensino, criando novas situações de aprendizagem, possibilita o envolvimento da comunidade escolar com o conhecimento científico, aproximando mais a ciência da sociedade. Isso cumpre um importante papel da escola que é o da divulgação científica. Consideramos esse momento como sendo de extrema relevância no trabalho, pois a disseminação da ciência para a sociedade em geral faz parte da denominada alfabetização científica, tão discutida nos dias atuais.

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos resultados da pesquisa nos revela que é viável se trabalhar com temas de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, tanto do ponto de vista da aprendizagem de conceitos quanto da aproximação dos alunos dos mecanismos de produção e validação do conhecimento científico.

Conforme descrito no capítulo de métodos, não tínhamos hipóteses iniciais para serem testadas (comprovadas ou refutadas) no final do trabalho. Havia objetivos e intencionalidades, que procuramos não deixar influenciar o processo de investigação. Não existia um problema a ser resolvido, e sim interrogações, como: O uso de atividades lúdicas facilita a aprendizagem de tópicos de Física Moderna e Contemporânea? Entendemos que sim. Dessa forma, foi preciso que houvesse uma constante preparação para a percepção dos resultados que foram surgindo. No entanto, é preciso que fique claro que a não existência de hipóteses iniciais não impede uma formulação destas no final da pesquisa.

O interesse demonstrado pelos alunos durante a realização da atividade foi fundamental para o desenvolvimento da mesma, sendo a força motriz para o desenvolvimento do trabalho. Sem esse ingrediente não seria possível a realização do minicongresso. Pelos temas trabalhados com os alunos e pelo próprio caráter da atividade, esperávamos que esse sentimento fosse despertado.

As interações entre os alunos de um mesmo grupo e de grupos diferentes contribuíram para o processo de elaboração conceitual, pois as inquietações eram socializadas entre eles, mediadas pelo professor; o que fez com que a troca de informações e questionamentos se desse de maneira coletiva.

Outro fator foi a melhoria da relação professor-aluno, no qual este é destituído do patamar de superioridade que geralmente é colocado. Tal aspecto traz uma afetividade benéfica a atividade.

A presença do processo de reflexão da própria prática docente foi uma característica importante da atividade. O tempo todo houve uma autocrítica sobre a postura diante dos alunos, o que, sem dúvida, nos trouxe conhecimento novo.

Sem a pretensão de esgotar o assunto, procuramos dar uma contribuição para a melhoria do ensino de ciências e em particular, do ensino de Física no País. Durante a realização da pesquisa e escrita desse trabalho, houve o cuidado de se ressaltar todas as dificuldades encontradas ao longo do caminho, pois parto do princípio que isso será significativo para futuros leitores dessa dissertação, que terão o privilégio de conhecer os obstáculos existentes na realização de uma pesquisa aplicada em sala de aula, tendo a oportunidade de elaborarem estratégias prévias para driblar tais dificuldades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES-FILHO, J.P. **Atividades Experimentais: Do Método à Prática Construtivista.** Tese de Doutorado, UFSC, Florianópolis, 2000
- BICUDO, M. A. V. **Contribuição da fenomenologia à Educação.** In: BICUDO, M.A. V.; CAPPELLETTI, I. F. (orgs). Fenomenologia: uma visão abrangente da educação. São Paulo: Olho d'Água, 1999. p. 11 - 52.
- BOEMER, M. **A condução de estudos segundo a metodologia de investigação fenomenológica.** Revista Latino-am. Enfermagem. Vol. 2, n. 1, p. 83-94, Ribeirão Preto, 1994.
- BOGDAN, R. e BIKLEN, S.; **Investigação Qualitativa em Educação.** Porto – Portugal, Porto Editora, 1994.
- BROCKINGTON, G., PIETROCOLA, M. **Serão as regras de transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna?** In: Investigação em Ensino de Ciências. Vol. 10 n. 3 p. 387-404, 2005.
- BROUGÈRE, G. **A Criança e a Cultura Lúdica.** Revista da Faculdade de Educação, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 103-116, jul/dez. 1998a.
- BROUGÈRE, G. **Jogo e Educação.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1998b.
- BRUNER, J.; **Uma nova teoria de Aprendizagem.** Nora Levy Ribeiro, Rio de Janeiro, Bloch Editores, 2a. Ed., 1969.
- CALLOIS, R.; **Man, Play and Games.** The Free Press. New York, 2001.
- CAMERER, C. F.; **Behavioural Studies of Strategic Thinking in Games.** Trends in Cognitive Sciences 7 (5):225, 2003.
- CHATEAU, J.; **O Jogo e a Criança.** Guido de Almeida, São Paulo, Summus Editora, 1987.
- CID, M., NETO, A. J. **Dificuldades de aprendizagem e conhecimento pedagógico do conteúdo: O caso da genética.** Enseñanza de Lãs Ciências, 2005, n. extra. VII Congresso.
- GATTI, B.A. **A construção da pesquisa em educação no Brasil.** Brasília: Editora Plano, 2002, 86p.

HODSON, D. **Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratório. Revista de investigación y experiencias didácticas.** V. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

HUINZIGA, J.; *Homo Ludens: O jogo como elemento de cultura.* São Paulo, Editora Perspectiva, 2001.

KISHIMOTO *et al.* **Jogo, brinquedo, brincadeira e educação.** São Paulo: Cortez, 1996.

KLÜBER, T., BURAK, D. **A fenomenologia e suas contribuições para a educação matemática.** Revista Práxis Educativa, Ponta Grossa, PR, v. 3, n. 1, p. 95 - 99, jan.-jun.,2008

LABURÚ, C. E., SIMÕES, A. M., URBANO, A. A. **Mexendo com polaróides e mostradores de cristais líquidos (o ensino de Física contemporânea tendo como pano de fundo a física do cotidiano).** Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 15, n. 2, p. 192-202, ago. 1998.

MACHADO, D.I. **Construção de Conceitos de Física Moderna e sobre a Natureza da Ciência com o Suporte da Hipermídia.** Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, 2006.

MARTINS, J. **A Pesquisa Qualitativa.** In: Metodologia da Pesquisa Educacional. E. ed. São Paulo: Cortez, 1994.

MORAES, R. **Análise textual discursiva.** Ed. Unijuí. Ijuí, 2007.

OLIVEIRA, A.S; SOARES, M. H. F. B. **Júri Químico: Uma Atividade Lúdica para Discutir Conceitos Químicos.** Química Nova na Escola, São Paulo, v. 21, p. 18-24, 2005.

OLIVEIRA et al. **Física Moderna no Ensino Médio: o que dizem os professores.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 3, p. 447-454, 2007.

OSTERMANN, F., MOREIRA, M.A. **Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física moderna e contemporânea no ensino médio”.** Investigações em ensino de ciências, 2000.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. **Atualização do currículo de Física na escola de nível médio: um estudo desta problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula na formação inicial de professores.** In: VII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2001, Florianópolis. Anais do VII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2001.

PAULO, I. J. C. **Elementos para uma proposta de inserção de tópicos de física moderna no ensino de nível médio.** Cuiabá: Instituto de Educação – UFMT, 1997. Dissertação de Mestrado em Educação.

PIAGET, J.; **A Formação do Símbolo na Criança: Imitação, jogo, sonho, imagem e representação.** Álvaro Cabral e Cristiano Monteiro Oiticica, Rio de Janeiro, Zahar Editores, 1975.

PINHEIRO, Eliana Moreira; KAKEHASHI, Tereza Yoshiko e ANGELO, Margareth. **O uso de filmagem em pesquisas qualitativas.** *Rev. Latino-Am. Enfermagem*, set./out. 2005, vol.13, no.5, p.717-722. ISSN 0104-1169.

QUEIROZ, G. **Professores artistas-reflexivos de Física no ensino médio.** Tese de Doutorado em Educação Brasileira, PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2000.

RAMOS, E.M.F.; **Brinquedos e Jogos no Ensino de Física.** Instituto de Física, Universidade de São Paulo, 1990, Dissertação de Mestrado, São Paulo, 230 p.

ROSA, S.S. **Brincar, Conhecer e Ensinar.** São Paulo, 2002. Editora Cortez.

SCHÖN, Donald: **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem.** Porto Alegre, Artes Médicas, 2000.

SOARES, M.H.F.B. **O Lúdico em Química: Jogos em Ensino de Química.** São Carlos-SP, 2004. Tese de Doutorado.

SOARES, M.H.F.B. **Jogos para o Ensino de Química: Teoria, métodos e aplicações.** Ed. Ex Libris. Guarapari – ES, 2008.

TERRAZZAN, E. A. **A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau.** *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 209-214, dez. 1992.

_____. **Perspectivas para a inserção de física moderna na escola média.** São Paulo: Curso de Pós-Graduação em Educação - USP, 1994. Tese.

VALADARES, E. C., MOREIRA, A. M. **Ensinando física moderna no segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro.** *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, [20] Florianópolis, v. 15, n. 2, p. 121-135, ago. 1998.

ANEXO I

Normas do Resumo Expandido

Título neste estilo de letra e espaço, no máximo duas linhas de título. Arial 14, Espaçamento 1,5.

Nome dos autores em ordem alfabética, espaçamento simples, arial 12

Nome do grupo ou tema do grupo e nome da escola em arial 10.

INTRODUÇÃO

O texto do resumo deve ser escrito em arial 12 e os títulos de cada seção devem ser em arial 12, porém em negrito. O espaçamento deve ser feito em espaçamento simples.

As margens devem ser de: esquerda 3,0 cm, direita 2,0 cm, em cima, 2,0 cm e abaixo, 2,0 cm. Papel A4.

Referências devem ser em ABNT.

Os trabalhos devem ter no máximo 2 páginas e no mínimo 1 página e meia e devem ser enviados em duas cópias para:

Instituto de Química – Universidade Federal de Goiás
A/C Prof. Dr. Márlon Herbert Flora Barbosa Soares
Caixa Postal 131 – CEP 74001-970
Campus II – Goiânia – GO.

O prazo final de envio dos trabalhos é de 10 de Setembro de 2008.

ANEXO II

Resumos enviados pelos alunos (antes da correção)

Física Moderna

A NATUREZA DUAL DA MATÉRIA DE DE BROGLIE

Natália Roberta
Ekyohara Oliveira
Warlisson Júnior
Geise Mota
Marcelo Santos

COLÉGIO ESTADUAL SETOR PALMITO

RESUMO

Este trabalho realizado abrange o tema: dualidade onda-partícula, buscando explicar sobre esse assunto e seus conceitos e explicar onde ele é utilizado. Trata da natureza dual da matéria. A matéria pode se apresentar como onda ou como partícula, dependendo da situação.

INTRODUÇÃO

A Dualidade onda-partícula, também denominada dualidade onda-crepúsculo ou dualidade matéria-energia, constitui uma propriedade básica da mecânica quântica e consiste na capacidade das partículas subatômicas de comportarem-se ou terem propriedades tanto de partículas como de ondas.

Foi enunciada pela primeira vez em 1924 pelo físico francês Louis Victor de Broglie, que anunciou que os elétrons apresentavam características tanto ondulatórias como corpusculares, comportando-se de um ou outro modo dependendo do experimento específico. A experiência de Young (experiência da dupla fenda) De Thomas Young exemplifica de maneira sensível essa dualidade.

De Broglie se baseou no efeito fotoelétrico para chegar a esta conclusão, já que Albert Einstein havia concluído que os fótons que atuavam no efeito fotoelétrico eram partículas com energia $E = h \cdot f$; onde f é a frequência da onda. Einstein concluiu que, em determinados processos, as ondas se comportam como corpúsculos. Então, de Broglie associou o inverso, ou seja, que toda a partícula se comportava com onda. O físico francês foi capaz de relacionar o comprimento de onda com a massa da partícula, mediante a fórmula: $\lambda = h/m \cdot v$.

CONCEITOS

O primeiro conceito é o de *partícula*. Para nós, este termo significa um objeto que possui massa e é extremamente pequeno como uma minúscula bolinha de gude. Podemos imaginar que os corpos grandes sejam compostos de um número imenso destas partículas. Este é um conceito com o qual estamos bem acostumados porque lidamos diariamente com objetos dotados de massa e que ocupam uma certa região do espaço.

O segundo conceito é o de *onda*. Este, apesar de ser também observado no nosso dia-a-dia, escapa à atenção de muitos de nós. Um exemplo bem simples do movimento ondulatório é o

das oscilações da superfície da água de uma piscina. Se mexermos a nossa mão sobre esta superfície, observaremos uma ondulação se afastando igualmente em todas as direções, do ponto onde a superfície foi perturbada.

Acreditava-se que os raios eletromagnéticos tinham caráter ondulatório, ou seja, se propagavam no espaço e podiam sofrer o fenômeno da interferência quando originários de duas ou mais fontes. Os raios corpusculares, por sua vez, eram considerados partículas, localizados no espaço e incapazes de sofrer interferência.

APLICAÇÕES

Apesar da sua origem mais sutil, a radiação eletromagnética está presente em nossa experiência diária. Dependendo da sua frequência, ela é conhecida como: onda de rádio, radiação infravermelha, luz visível, raios X e muito mais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[http://www. Feiradeciencias.com.br](http://www.Feiradeciencias.com.br)

<http://www.wikipedia.com.br>

<http://biomania.com.br>

Efeito Fotoelétrico

João Paulo

Marcus Lucas Fernandes

Renato André

Weder de Paula

Johanathan Silva

Dielly Castro

Colégio Estadual do Setor Palmito

INTRODUÇÃO

Um importante passo no desenvolvimento das concepções sobre a natureza da luz foi dado no estudo de um fenômeno muito interessante, descoberto por H. Hertz . Este fenômeno recebeu o nome de efeito fotoelétrico.

O efeito fotoelétrico consiste na emissão de elétrons pela matéria sob a ação da luz.

Para se observar o efeito fotoelétrico , é conveniente utilizar um eletroscópio de folhas. No eletroscópio monta-se uma lâmina de zinco. Se a lâmina estiver carregada positivamente, a sua iluminação, por exemplo com a ajuda de um arco voltaico, não influi na velocidade de descarga do eletroscópio. No entanto, se a lâmina estiver carregada negativamente, o feixe de luz do arco descarrega o eletroscópio com grande rapidez.

Este fato só pode ser explicado de uma maneira. A luz provoca a emissão de elétrons pela superfície da lâmina. Quando a lâmina está carregada negativamente, repele os elétrons e o eletroscópio descarrega-se. Quanto está carregada positivamente, os elétrons emitidos sob a ação da luz são atraídos e voltam ao eletroscópio. É por esta razão que a carga do eletroscópio não varia.

No entanto, quando o feixe de luz é interceptado por um vidro normal, a lâmina carregada deixa de perder elétrons, independentemente da intensidade do feixe de luz. Como é conhecido que o vidro absorve os raios ultravioletas, pode concluir-se que é precisamente a parte ultravioleta do espectro que provoca o efeito fotoelétrico. Este

fato, apesar de simples, não pode ser explicado com base na teoria ondulatória da luz. Não se compreende porque é que as ondas de luz de pequena frequência não provocam a emissão de elétrons mesmo nos casos em que a amplitude da onda, e, portanto, a força com que ela atua nos elétrons, são grandes.

LEIS DO EFEITO FOTOELÉTRICO

Para se obter uma idéia mais completa sobre o efeito fotoelétrico é necessário determinar de que é que depende o número de elétrons (foto elétrons) emitidos, sob a ação da luz, por uma superfície e a velocidade ou energia cinética desses elétrons. Com este objetivo foram levadas a cabo investigações experimentais, que passamos a descrever. Colocam-se dois eléctrodos num balão de vidro do qual se retirou previamente o ar. Num dos eléctrodos, através de uma "janela" de quartzo, transparente não só para a luz visível como também para a radiação ultravioleta, incidem os raios de luz. Com a ajuda de um potenciômetro faz-se variar a diferença de potencial entre os eléctrodos, medindo-a por meio de um voltímetro. O pólo negativo da pilha liga-se ao eléctrodo iluminado. Sob a ação da luz, este eléctrodo emite elétrons que, ao movimentarem-se no campo elétrico, criam corrente elétrica. Quando o potencial é pequeno, nem todos os elétrons atingem o outro eléctrodo. Se se aumentar a diferença de potencial entre os eléctrodos e não se alterar o feixe de luz, a intensidade da corrente aumenta, atinge o valor máximo, depois do que deixa de crescer. O valor máximo da intensidade da corrente I_s chama-se corrente de saturação. A corrente de saturação é determinada pelo número de elétrons emitidos num segundo pelo eletrodo iluminado.

CONCLUSÕES

Concluimos que o efeito fotoelétrico tem grandes aplicações na vida cotidiana, sendo seu entendimento fundamental para as tecnologias do mundo moderno. Verificamos que a quantidade de elétrons emitidos não depende da intensidade da luz, pois esta é quantizada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

www.fisica.net/quantica/curso/teoria_do_efeito_fotoeletrico.php. Acessado em: 05/05/2008.

Efeito Fotoelétrico: A descoberta. Disponível em: www.if.ufrgs.br/einstein/efeitofotoeletricodecoberta.html. Acessado em: 05/05/2008.

Aplicações do efeito fotoelétrico: Disponível em: www.algosobre.com.br/fisica/aplicacao-do-efeito-fotoeletrico.html. Acessado em: 12/05/2008.

Física Moderna

André Luiz da Silva
Lucas Vinícius Barreto
Victor Carvalho de Melo.
Victor César da Silva Rabelo.
Vilsor de Souza
Aline Gabriela

FISSÃO E FUSÃO NUCLEAR
COLEGIO ESTADUAL SETOR PALMITO

INTRODUÇÃO

Para compreender a produção de energia nuclear e o seu processo, há primeiro que conhecer e perceber dois processos: a fissão e a fusão nucleares.

Na fissão (ou cisão) nuclear, um átomo de qualquer elemento é dividido, produzindo dois átomos de menores dimensões de elementos diferentes. Na Fusão Nuclear o processo é precisamente inverso. Dois ou mais núcleos atômicos juntam-se e formam outro núcleo de maior número atômico.

A fusão nuclear requer muita energia, mas geralmente liberta muito mais energia que a que consome. Quando ocorre com elementos mais leves que o ferro e o níquel (que possuem as maiores forças de coesão nuclear de todos os átomos, sendo, portanto mais estáveis) geralmente liberam energia, e com elementos mais pesados consome.

FISSÃO NUCLEAR

E a divisão de um núcleo atômico através do seu bombardeamento com nêutrons - obtendo dois núcleos menores, nêutrons é a liberação de uma quantidade enorme de energia.

Em 1934, Enrico Fermi, bombardeando átomos de urânio com nêutrons, observou que os núcleos bombardeados capturavam os nêutrons, originando um material radioativo. Os nêutrons liberados na reação irão provocar a fissão de novos núcleos, liberando outros nêutrons, ocorrendo então uma reação em cadeia. Essa reação é responsável pelo funcionamento de reatores nucleares e pela desintegração da bomba atômica.

FUSÃO NUCLEAR

Outra forma de energia nuclear é a fusão. A fusão significa juntar pequenos núcleos de forma a constituir um núcleo maior. O sol usa a fusão de átomos de hidrogênio para obter outro composto químico: o hélio. A fusão nuclear liberta luz, calor e radiação. Na figura vêm-se os dois tipos de átomos do hidrogênio: o deutério e o trítio que em combinação formam o hélio e um neutrão extra.

Com liberação de grande quantidade de energia. Nas estrelas como o Sol, ocorre a contínua irradiação de energia (luz, calor, ultravioleta, etc.) proveniente da reação de fusão nuclear.

Este é o processo que originou toda a energia de que hoje dispomos, uma vez que mesmo a "energia armazenada" nos combustíveis fósseis teve, em última análise, a sua origem na energia proveniente do Sol, um gigantesco reator nuclear de fusão.

REFERÊNCIAS

br.geocities.com/chrisriosw/fissaoefusao.html

br.geocities.com/saladefisica6/fisicamoderna/fusao.htm

www.abcedaenergia.com/enervivas/cap07.htm

www.colegiosaofrancisco.com.br/alfa/fissao-e-fusao-nuclear/fissao-e-fusao-nuclear

astro.if.ufrgs.br/estrelas/node10.htm

ensinofisicaquimica.blogspot.com/2008/02/fisso-e-fuso-nucleares.html

Acessado em: 23/05/2008

FÍSICA MODERNA

LASER

Poliana de Jesus
Bruna
Alesson
Igor
Luana

COLÉGIO ESTADUAL SETOR PALMITO

INTRODUÇÃO

A luz do laser é muito diferente da luz normal. A luz laser tem as seguintes propriedades:

- A luz liberada é **monocromática**. Ela contém um comprimento de onda específico de luz (uma cor específica). O comprimento de onda de luz é determinado pela quantidade de energia liberada quando o elétron vai para uma órbita menor.
- A luz liberada é **coerente**. Ela é "organizada" - cada fóton se move juntamente com os outros. Isso significa que todos os fótons têm frentes de onda que são iniciadas em uníssono.
- A luz é bem **direcionada**. Uma luz laser tem um feixe muito estreito e é muito forte e concentrada. A luz de uma lanterna, por outro lado, libera luz em várias direções, além da luz ser muito fraca e difusa.

Para que essas três propriedades ocorram, é necessário algo chamado **emissão estimulada**. Essa emissão não ocorre numa lanterna comum - em uma lanterna, todos os átomos liberam seus fótons de forma aleatória. Na emissão estimulada, a emissão de fótons é organizada.

O fóton liberado por qualquer átomo tem um determinado comprimento de onda que depende da diferença de energia entre o estado excitado e o estado fundamental. Se esse fóton (que possui uma determinada energia e fase) encontrar outro átomo com um elétron em estado excitado idêntico, a emissão estimulada pode ocorrer. O primeiro fóton pode estimular ou induzir emissão atômica de tal maneira que o fóton emitido como consequência (a partir do segundo átomo) vibrará na mesma frequência e direção que o fóton recebido.

Outro ponto fundamental do laser é um par de **espelhos**, um em cada ponta do meio gerador. Os fótons, com um comprimento de onda e fase muito específicos, refletem-se nos espelhos para viajar de um lado a outro do material gerador de laser. No processo, eles estimulam outros elétrons a fazer com que a energia decrescente aumente e podem causar a emissão de mais fótons de igual comprimento de onda e fase. Um efeito dominó acontece e logo se terão propagado muitos e muitos fótons de mesmo comprimento de onda e fase. O espelho em uma das pontas do laser é semiprateado, o que significa que ele reflete uma parte da luz e permite a passagem de outra parte. Essa parte da luz que consegue passar é a luz laser.

APLICAÇÕES

É depois do computador, a invenção recente que teve o maior número e a maior diversidade de aplicações : intervenções cirúrgicas, reprodução do som e da imagem, o [laser](#) tem demonstrado versatilidade e importância como no espectroscópio, utilizado em química. No campo da fusão nuclear controlada é um dos instrumentos mais utilizados pelos pesquisadores. Para se obter uma reação de fusão, é necessário dispor de uma enorme quantidade de [energia](#) concentrada, atingindo assim, temperaturas de muitos milhões de graus C, imprescindíveis para ativar a reação da fusão. O laser Argus da Universidade da Califórnia pode atingir até 4 milhões de bilhões de watts de potência na duração de 1 bilionésimo de segundo. O aparelho é do tipo sólido, com barra de vidro com neodímio, um elemento químico adequado como material ativo. No meio de lâmpadas potentes destinadas a obter o efeito do bombeamento dos elétrons. Os átomos de deutério e trítio, dentro de uma bolinha de vidro, a 100 milhões de °C, efetuam a reação de fusão, transformando-se em átomos de hélio e produzindo assim energia. O laser mais potente do mundo é o Shiva, de Los Alamos, EUA, e vem sendo usado para a pesquisa de fusão termonuclear. O único problema é o custo. Neste tipo de experiência, a energia gasta para provocar a reação nuclear é muito maior do que a que se consegue obter da própria fusão. Em 1917, Einstein previu a existência da emissão estimulada de fótons, o fenômeno físico que torna possível o laser, mas foi utilizado pela primeira vez em 1954, pelo cientista americano Charles H. Townes. O sistema produzia raios constituídos por microondas e atualmente é empregado na astronomia, radar e satélites. O primeiro laser de ação efetiva só surgiu com Maiman em 1960.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HowStuffWorks – Como funciona o LASER?.

LASER e suas aplicações em ciência e tecnologia. Disponível em:
www.herbario.com.br/dataherbfotografia06/raioslaser.htm. Acessado em: 05/05/08.

Os fundamentos do LASER. Disponível em:
www.sbfisica.org.br/fne/Vol2/Num2/a02.pdf. Acessado em 07/06/2008.

ORIGEM DO UNIVERSO

Geise Mota

Marcos Vinícius Modesto dos Santos

Vanessa dos Reis

Nathalia Francielly de Souza Bessa

Pablo Müller Silva Rocha

Bruno Duarte

Teoria do Big Bang

Colégio Estadual do Setor Palmito

INTRODUÇÃO

O Big Bang é uma das teorias científicas que explica a origem do universo. Essa teoria baseia-se em diversas observações que indicam que o universo está em expansão de acordo com um modelo Friedman-Robertson-Walker, baseado na teoria da Relatividade Geral, entre as quais a mais importante é a relação entre os redshifts e distância dos objetos longínquos, conhecida como Lei Hubble e na aplicação do princípio cosmológico.

A lei de Hubble foi a primeira, e mais relevante observações que descreve o afastamento das galáxias distantes com velocidades proporcionais às suas distâncias: $V=H_0d$. Nesta fórmula V é a velocidade de recessão das galáxias, d é a distância à Via Láctea e H_0 é a “constante” de Hubble no instante em que fazemos a observação.

É esta lei que permite em que fazemos a dinâmica ao universo e nos leva a afirmar que o universo atual está em expansão. À várias controvérsias uma delas citam que a teoria do Big Bang não é um acontecimento igual a uma explosão da forma que conhecemos embora o universo observável com a ajuda das lentes dos modernos telescópios especiais ainda descreva um resultado de uma explosão (uma fuga cósmica) há quem levante dúvidas se realmente houve algo que explodiu ou se foi uma explosão a causa dessa dilatação observada.

Alguns afirmam que o termo “Big Bang” é utilizado como uma aproximação para designar aquilo que também se costuma chamar de “Modelo Cosmológico Padrão”.

O termo Big Bang também designa a instante inicial (singular) no qual o fator de escala (que caracteriza como crescem as distâncias com a expansão) tende a 0.

Alguns afirmam que as equações da Relatividade Geral falham no instante 0 (pois, são singulares).

É sabido que as condições físicas do universo muito jovem estão fora do domínio de validade da Relatividade Geral devida a densidades ambiental, e não se espera que as respostas sejam corretas na situação de densidade infinita e tempo zero.

A muitas controvérsias sobre a origem do universo pela teoria do Big Bang, mais atualmente a teoria do Big Bang é a mais aceita hoje pelos cientistas. Atribui-se a Arno Penzias e Robert Wilson, dos Laboratórios Bell, em New Jersey, EUA, a detecção, por acidente, da radiação cósmica de fundo, em 1964. Estudando interferências nas comunicações eles descobriram uma interferência que eram microondas vindas do espaço.

Essa descoberta reforçou a teoria do Big Bang, pois, a propagação desse chamado ruído de fundo se dava em todas as direções a constante de Hubble. Outras descobertas começaram a ser feitas e a reforçar, cada vez mais, a teoria. A medida de elementos químicos leves (hidrogênio e hélio) também mostram as transformações cósmicas.

Deve-se lembrar que o Big Bang ainda é uma teoria, ou seja, não foi provada, mas cada vez mais indícios a reforçam, como é o caso dos apresentados prêmios Nobel de física em 2006. Mais contribuições deverão surgir no futuro próximo e acabar provando ou refutando essa teoria.

Porém há pessoas que afirmam que nela existem contradições que não podem explicar alguns pontos, mais é assim que a ciência se faz.

Física Moderna

RAIOS X

Wanessa Cristina
Helen Souza
Nara Rúbia
Patrícia da Cruz
Diana da Silva
Poliana Francisca

COLÉGIO ESTADUAL SETOR PALMITO

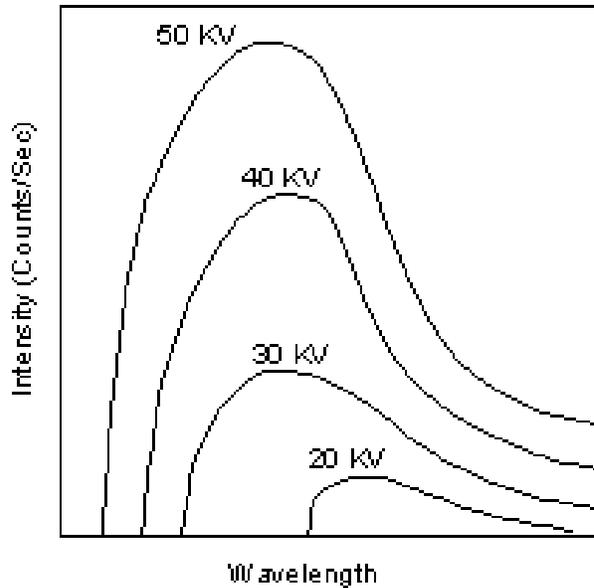
INTRODUÇÃO

No fim da tarde de 8 de novembro de 1895, quando todos já haviam encerrado a jornada de trabalho, o físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen (1845 – 1923) continuava no seu pequeno laboratório sob os olhares atentos de seu servente. Enquanto Roentgen se ocupava com a observação da condução de eletricidade através de um tubo de Crookes, o servente, em aoto estado de excitação, chamou-lhe a atenção: “Professor, olhe a tela!”. Nas proximidades do tubo de vácuo havia uma tela cobera com platinocianeto de bário, sobre a qual projetava uma inesperada luminosidade, resultante da fluorescência do material. Roentgen girou a tela, de modo que a face sem o material fluorescente ficasse de frente para o tubo de Crookes; ainda assim ele observou a fluorescência. Foi então que resolveu colocar sua mão na frente do tubo, vendo seus ossos projetados na tela. Roentgen observava, pela primeira vez, aquilo que passou a se chamar raios x.

RAIOS X

Raios X podem ser produzidos quando elétrons são acelerados em direção a um alvo metálico. O choque do feixe de elétrons (que saem do catodo com energia da ordem de 30 keV) com o anodo (alvo) produz dois tipos de raios x. Um deles constitui o espectro contínuo e resulta da desaceleração do elétron durante a penetração no anodo. O outro tipo é o raio x característico do material do anodo. Assim, cada espectro de raios X é a superposição de um espectro contínuo e de uma série de linhas espectrais características do anodo.

O espectro contínuo é uma curva de contagens por segundo *versus* comprimento de onda do raio x. Um fóton de radiação, com frequência f , transporta uma energia $E = h \cdot f = h \cdot c / \lambda$; onde λ é o comprimento de onda da radiação. Portanto, o raios x emitido dever ter energia máxima igual à energia do elétron incidente. Assim, o espectro contínuo é limitado por esse valor.



CONCLUSÕES

Concluimos então que raios X são ondas de natureza eletromagnética com frequência que vai de $3 \cdot 10^{17}$ Hz até $3 \cdot 10^{19}$ Hz. Vimos que o que diferencia uma onda eletromagnética da outra é sua frequência e conseqüentemente sua energia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

www.if.ufrgs.br/tex/fis142/fismod/mod05/m_s01.html. Acessado em: 05/05/2008.

HowStuffworks. O que é um raio X? Disponível em: ciencia.hsw.uol.com.br/raios-x.htm. Acessado em: 07/06/2008.

Física: História dos Raios X. Disponível em: www.geocities.com/capecanaveral/7754/raio-x.htm. Acessado em: 07/06/2008.

FÍSICA MODERNA

Teoria da Relatividade

Charles
Paulo Henrique
Renato
Weder

COLÉGIO ESTADUAL SETOR PALMITO

INTRODUÇÃO

Propostas pelo físico Albert Einstein que revolucionam a física no século XX. As duas teorias: da Relatividade Restrita e da Relatividade Geral - sustentam a noção de que não há movimentos absolutos no Universo, apenas relativos. Para Einstein, o Universo não é plano como na geometria, nem o tempo é absoluto, mas ambos se combinam em um espaço-tempo curvo. Enquanto para a geometria clássica a menor distância entre dois pontos é a reta, na teoria de Einstein é a linha curva.

Na verdade, as duas teorias formam uma só, mas são apresentadas por Einstein em momentos diferentes. A Teoria da Relatividade Restrita é proposta em 1905. Com base nela são postulados o princípio da relatividade - isto é, que as leis físicas são as mesmas em todos os sistemas de referência inerciais - e o princípio da constância da luz. De acordo com a relatividade restrita, se dois sistemas se movem de modo uniforme em relação um ao outro, é impossível determinar algo sobre seu movimento, a não ser que ele é relativo. Isso se deve ao fato de a velocidade da luz no vácuo ser constante, sem depender da velocidade de sua fonte ou de quem observa.

Com isso se verifica que massa e energia são intercambiáveis - o que resulta na equação mais famosa do século: $E = mc^2$ (energia, "E", é igual à massa, "m", multiplicada pelo quadrado da velocidade da luz, "c²"). Um dos empregos dessa fórmula é na energia nuclear, seja em reatores para produzir eletricidade, seja em armas nucleares. Uma massa pequena de urânio ou plutônio, de alguns quilos, basta para produzir uma bomba capaz de destruir uma cidade, pois a quantidade "E" equivale a "m" multiplicado pelo quadrado de 300 mil km/s.

Teoria da Relatividade Restrita

Em 1905, um jovem físico alemão, Einstein, propôs estender o princípio da Relatividade já conhecido na Mecânica Clássica à toda a Física. Ele postulou que as leis da Física tem a mesma formulação em todos os referenciais Galileanos, e afirmou que seria possível colocar em evidência o movimento de um referencial em relação a outro R'por intermédio de qualquer tipo de experiência, fosse ela mecânica, ótica ou eletromagnética, realizada no referencial R'.

Este princípio da Relatividade de Einstein explicou o fracasso da experiência de Michelson-Morley, pois a rapidez da luz-uma constante fundamental das leis do eletromagnetismo-posuía o mesmo valor em relação a todo referencial Galileano. Tal princípio da Relatividade aboliu toda significação que se poderia dar à noção de referencial absoluto.

A idéia da invariância da velocidade da luz, incompatível com a lei Newtoniana de adição e subtração das velocidades de referenciais que se deslocam, conduziu Einstein a estabelecer uma nova cinemática compatível com o princípio da Relatividade Einsteiniana. Com efeito, após demonstrar, através de uma sequência de exemplos e de forma indiscutível e inequívoca, que não há sentido em se cogitar de eventos que se sucedem simultaneamente em sistemas não relacionados entre si, Einstein cuidou de relacionar as grandezas vigentes num sistema com as aplicáveis a outros. As relações empregadas por Einstein, foram as mesmas formuladas pelo físico holandês H.A.Lorentz (1853-1928).

A teoria da Relatividade Restrita estabelece que a energia cinética de uma partícula de massa m , animada de uma velocidade c , é expressa pela equação: $E=Km(c)^2$. Esta expressão mostra que uma partícula em repouso possui uma energia de massa expressa por $E_i=m_i(c)^2$ onde i é a condição inicial das variáveis. Esta célebre relação, conhecida como equação de Einstein ou equação da experiência de massa-energia, admite que uma partícula em repouso possui energia em sua massa.

APLICAÇÕES

Não existe melhor ilustração das virtudes da ciência fundamental, nem prova mais concludente da possível utilidade de teorias antes consideradas exóticas, como é o caso da aplicação da Teoria de Einstein da Relatividade Geral (RG) ao Sistema de Posicionamento Global, mais conhecido pelas iniciais GPS (Global Positioning System). Sem as correções introduzidas pela teoria da relatividade na medição do tempo realizada por relógios atômicos, não seria possível definir com precisão a localização dos aviões, barcos ou automóveis que dispõem de um receptor GPS. Da próxima vez que o seu avião se aproximar de um aeroporto com mau tempo, agradeça a Einstein e à ciência fundamental que permitiu o desenvolvimento tecnológico que está na origem do sistema GPS que o guiará numa aterragem segura.

Referências Bibliográficas

Teoria da Relatividade: Disponível em: www.brasilecola.com/fisica/teorias-da-relatividade.htm. Acessado em 06/05/08.

Einstein e a Teoria da Relatividade. Disponível em: www.unificado.com.br/calendario/09/relatividade.htm. Acessado em: 07/06/08.

A teoria da relatividade e o GPS. Disponível em: cosmo.fis.fc.ul.pt/~crawford/artigos/T%20R_GPS_intro.html. Acessado em: 08/06/2008.

ANEXO III

Resumo enviado pelos alunos (após a correção)

FÍSICA MODERNA

Natália Roberta
Ekyohara Oliveira
Warlisson Júnior
Rafael de Sousa
Marcelo Santos

A NATUREZA DUAL DA MATÉRIA de BROGLIE

COLÉGIO ESTADUAL SETOR PALMITO

RESUMO

Este trabalho realizado abrange o tema: dualidade onda-partícula, buscando explicar sobre esse assunto e seus conceitos e explicar onde ele é utilizado. Trata da natureza dual da matéria. A matéria pode se apresentar como onda ou como partícula, dependendo da situação. Tratamos da discussão conceitual sobre o tema e de suas aplicações no dia-a-dia. Discutimos os conceitos de massa e onda e explicamos como a luz apresenta o caráter de onda e partícula ao mesmo tempo. Mostramos que toda matéria tem um comprimento de onda associado a ela.

INTRODUÇÃO

A Dualidade onda-partícula, também denominada dualidade onda-corpúsculo, constitui uma propriedade básica da mecânica quântica e consiste na capacidade das partículas subatômicas de comportarem-se ou terem propriedades tanto de partículas como de ondas.

Foi enunciada pela primeira vez em 1924 pelo físico francês Louis Victor de Broglie, que anunciou que os elétrons apresentavam características tanto ondulatórias como corpusculares, comportando-se de um ou outro modo dependendo do experimento específico. A experiência de Young (experiência da dupla fenda) De Thomas Young exemplifica de maneira sensível essa dualidade.

De Broglie se baseou no efeito fotoelétrico para chegar a esta conclusão, já que Albert Einstein havia concluído que os fótons que atuavam no efeito fotoelétrico eram partículas com energia $E = h \cdot f$; onde f é a frequência da onda. Einstein concluiu que, em determinados processos, as ondas se comportam como corpúsculos. Então, de Broglie associou o inverso, ou seja, que toda a partícula se comportava com onda. O físico francês foi capaz de relacionar o comprimento de onda com a massa da partícula, mediante a fórmula: $\lambda = h/m \cdot v$.

CONCEITOS

O primeiro conceito é o de *partícula*. Este termo significa um objeto que possui massa e é extremamente pequeno como uma minúscula bolinha de gude. Pode-se

imaginar que os corpos grandes sejam compostos de um número imenso destas partículas. Este é um conceito com o qual estamos bem acostumados porque lidamos diariamente com objetos dotados de massa e que ocupam uma certa região do espaço.

O segundo conceito é o de *onda*. Este, apesar de ser também observado no nosso dia-a-dia, escapa à atenção de muitos de nós. Um exemplo bem simples do movimento ondulatório é o das oscilações da superfície da água de uma piscina. Se mexermos a nossa mão sobre esta superfície, observaremos uma ondulação se afastando igualmente em todas as direções, do ponto onde a superfície foi perturbada. Acreditava-se que os raios eletromagnéticos tinham caráter ondulatório, ou seja, se propagavam no espaço e podiam sofrer o fenômeno da interferência quando originários de duas ou mais fontes. Os raios corpusculares, por sua vez, eram considerados partículas, localizados no espaço e incapazes de sofrer interferência.

APLICAÇÕES

Um bom exemplo para entender essa questão da natureza dual da matéria é em uma fotografia. Quando a luz está “viajando” no espaço, ela se comporta como onda, pois pode sofrer difração e interferência. Ao entrar em contato com o filme fotográfico, ela é detectada como partícula.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A dualidade onda-partícula para estudantes do ensino médio. Disponível em: <http://www.feiradeciencias.com.br>. Acessado em 05/05/2008.

Dualidade onda-corpúsculo. Disponível em: <http://www.wikipedia.com.br>. Acessado em: 14/05/2008.

<http://biomania.com.br>

FÍSICA MODERNA

João Paulo
Marcius Lucas Fernandes
Renato André
Weder de Paula
Johnathan Silva
Dielly Castro

Efeito Fotoelétrico

Colégio Estadual do Setor Palmito

INTRODUÇÃO

Um importante passo no desenvolvimento das concepções sobre a natureza da luz foi dado no estudo de um fenômeno muito interessante, descoberto por H. Hertz . Este fenômeno recebeu o nome de efeito fotoelétrico. O efeito fotoelétrico consiste na emissão de elétrons pela matéria sob a ação da luz.

Para se observar o efeito fotoelétrico, é conveniente utilizar um eletroscópio de folhas. No eletroscópio monta-se uma lâmina de zinco. Se a lâmina estiver carregada positivamente, a sua iluminação, por exemplo com a ajuda de um arco voltaico, não influi na velocidade de descarga do eletroscópio. No entanto, se a lâmina estiver carregada negativamente, o feixe de luz do arco descarrega o eletroscópio com grande rapidez.

Este fato só pode ser explicado de uma maneira. A luz provoca a emissão de elétrons pela superfície da lâmina. Quando a lâmina está carregada negativamente, repele os elétrons e o eletroscópio descarrega-se. Quanto está carregada positivamente, os elétrons emitidos sob a ação da luz são atraídos e voltam ao eletroscópio. É por esta razão que a carga do eletroscópio não varia.

No entanto, quando o feixe de luz é interceptado por um vidro normal, a lâmina carregada deixa de perder elétrons, independentemente da intensidade do feixe de luz. Como é conhecido que o vidro absorve os raios ultravioletas, pode concluir-se que é precisamente a parte ultravioleta do espectro que provoca o efeito fotoelétrico. Este fato, apesar de simples, não pode ser explicado com base na teoria ondulatória da luz. Não se compreende porque é que as ondas de luz de pequena frequência não provocam a emissão de elétrons mesmo nos casos em que a amplitude da onda, e, portanto, a força com que ela atua nos elétrons, são grandes.

LEIS DO EFEITO FOTOELÉTRICO

Para se obter uma idéia mais completa sobre o efeito fotoelétrico é necessário determinar de que é que depende o número de elétrons (foto elétrons) emitidos, sob a ação da luz, por uma superfície e a velocidade ou energia cinética desses elétrons. Com este objetivo foram levadas a cabo investigações experimentais, que passamos a descrever. Colocam-se dois eléctrodos num balão de vidro do qual se retirou previamente o ar. Num dos eléctrodos, através de uma "janela" de quartzo, transparente não só para a luz visível como também para a radiação ultravioleta, incidem os raios de luz. Com a ajuda de um potenciômetro faz-se variar a diferença de potencial entre os eléctrodos, medindo-a por meio de um voltímetro. O pólo negativo da pilha liga-se ao eléctrodo iluminado. Sob a ação da luz, este eléctrodo emite elétrons que, ao movimentarem-se no campo elétrico, criam corrente elétrica. Quando o potencial é pequeno, nem todos os elétrons atingem o outro eléctrodo. Se se aumentar a diferença de potencial entre os eléctrodos e não se alterar o feixe de luz, a intensidade da corrente aumenta, atinge o valor máximo, depois do que deixa de crescer. O valor máximo da intensidade da corrente I_s chama-se corrente de saturação. A corrente de saturação é determinada pelo número de elétrons emitidos num segundo pelo eletrodo iluminado.

APLICAÇÕES

Graças ao efeito fotoelétrico tornou-se possível o cinema falado , assim como a transmissão de imagens animadas (televisão). O emprego de aparelhos fotoelétricos permitiu construir maquinaria capaz de produzir peças sem intervenção alguma do homem. Os aparelhos cujo funcionamento assenta no aproveitamento do efeito fotoelétrico controlam o tamanho das peças melhor do que o pode fazer qualquer operário, permitem acender e desligar automaticamente a iluminação de ruas, os faróis, etc. Tudo isto tornou-se possível devido à invenção de aparelhos especiais, chamados células fotoelétricas, em que a energia da luz controla a energia da corrente elétrica ou se transforma em corrente elétrica.

CONCLUSÕES

Concluimos que o efeito fotoelétrico tem grandes aplicações na vida cotidiana, sendo seu entendimento fundamental para as tecnologias do mundo moderno. Verificamos que a quantidade de elétrons emitidos não depende da intensidade da luz, pois esta é quantizada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Física Quântica: A descoberta do efeito fotoelétrico. Disponível em: www.fisica.net/quantica/curso/teoria_do_efeito_fotoeletrico.php. Acessado em: 05/05/2008.

Efeito Fotoelétrico: A descoberta. Disponível em: www.if.ufrgs.br/einstein/efeitofotoeletricodecoberta.html. Acessado em: 05/05/2008.

Aplicações do efeito fotoelétrico: Disponível em: www.algosobre.com.br/fisica/aplicacao-do-efeito-fotoeletrico.html. Acessado em: 12/05/2008.

FÍSICA MODERNA

André Luiz da Silva
Lucas Vinícius Barreto
Victor Carvalho de Melo
Victor César da Silva Rabelo
Vilson de Souza
Aline Gabriela

FISSÃO E FUSÃO NUCLEAR
COLEGIO ESTADUAL SETOR PALMITO

INTRODUÇÃO

Para compreender a produção de energia nuclear e o seu processo, há primeiro que conhecer e perceber dois processos: a fissão e a fusão nucleares.

Na fissão (ou cisão) nuclear, um átomo de qualquer elemento é dividido, produzindo dois átomos de menores dimensões de elementos diferentes. Na Fusão Nuclear o processo é precisamente inverso. Dois ou mais núcleos atômicos juntam-se e formam outro núcleo de maior número atômico.

A fusão nuclear requer muita energia, mas geralmente liberta muito mais energia que a que consome. Quando ocorre com elementos mais leves que o ferro e o níquel (que possuem as maiores forças de coesão nuclear de todos os átomos, sendo, portanto mais estáveis) geralmente liberam energia, e com elementos mais pesados consome.

FISSÃO NUCLEAR

E a divisão de um núcleo atômico através do seu bombardeamento com nêutrons - obtendo dois núcleos menores, nêutrons é a liberação de uma quantidade enorme de energia.

Em 1934, Enrico Fermi, bombardeando átomos de urânio com nêutrons, observou que os núcleos bombardeados capturavam os nêutrons, originando um material radioativo. Os nêutrons liberados na reação irão provocar a fissão de novos núcleos, liberando outros nêutrons, ocorrendo então uma reação em cadeia. Essa reação é responsável pelo funcionamento de reatores nucleares e pela desintegração da bomba atômica.

FUSÃO NUCLEAR

Outra forma de energia nuclear é a fusão. A fusão significa juntar pequenos núcleos de forma a constituir um núcleo maior. O sol usa a fusão de átomos de hidrogênio para obter outro composto químico: o hélio. A fusão nuclear liberta luz, calor e radiação.

Com liberação de grande quantidade de energia. Nas estrelas como o Sol, ocorre a contínua irradiação de energia (luz, calor, ultravioleta, etc.) proveniente da reação de fusão nuclear.

Este é o processo que originou toda a energia de que hoje dispomos, uma vez que mesmo a "energia armazenada" nos combustíveis fósseis teve, em última análise, a sua origem na energia proveniente do Sol, um gigantesco reator nuclear de fusão.

APLICAÇÕES

A principal aplicação da fusão é a criação de **eletricidade**. A fusão nuclear poderá fornecer uma fonte limpa e segura de energia para as gerações futuras, com muitas vantagens em relação aos atuais reatores de fissão:

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

br.geocities.com/chrisriosw/fissaoefusao.html

br.geocities.com/saladefisica6/fisicamoderna/fusao.htm

www.abcdenergia.com/enervivas/cap07.htm

www.colegiosaofrancisco.com.br/alfa/fissao-e-fusao-nuclear/fissao-e-fusao-nuclear

astro.if.ufrgs.br/estrelas/node10.htm

ensinofisicaquimica.blogspot.com/2008/02/fisso-e-fuso-nucleares.html

Acessado em: 23/05/2008

FÍSICA MODERNA

Poliana de Jesus
Bruna Batista
Alesson de Souza
Igor Lucian
Luana Barbosa

RAIOS LASER

COLÉGIO ESTADUAL SETOR PALMITO

INTRODUÇÃO

A luz do laser é muito diferente da luz normal. A luz laser tem as seguintes propriedades:

- A luz liberada é **monocromática**. Ela contém um comprimento de onda específico de luz (uma cor específica). O comprimento de onda de luz é determinado pela quantidade de energia liberada quando o elétron vai para uma órbita menor.
- A luz liberada é **coerente**. Ela é "organizada" - cada fóton se move juntamente com os outros. Isso significa que todos os fótons têm frentes de onda que são iniciadas em uníssono.
- A luz é bem **direcionada**. Uma luz laser tem um feixe muito estreito e é muito forte e concentrada. A luz de uma lanterna, por outro lado, libera luz em várias direções, além da luz ser muito fraca e difusa.

Para que essas três propriedades ocorram, é necessário algo chamado **emissão estimulada**. Essa emissão não ocorre numa lanterna comum - em uma lanterna, todos os átomos liberam seus fótons de forma aleatória. Na emissão estimulada, a emissão de fótons é organizada.

O fóton liberado por qualquer átomo tem um determinado comprimento de onda que depende da diferença de energia entre o estado excitado e o estado fundamental. Se esse fóton (que possui uma determinada energia e fase) encontrar outro átomo com um elétron em estado excitado idêntico, a emissão estimulada pode ocorrer. O primeiro fóton pode estimular ou induzir emissão atômica de tal maneira que o fóton emitido como consequência (a partir do segundo átomo) vibrará na mesma frequência e direção que o fóton recebido.

Outro ponto fundamental do laser é um par de **espelhos**, um em cada ponta do meio gerador. Os fótons, com um comprimento de onda e fase muito específicos, refletem-se nos espelhos para viajar de um lado a outro do material gerador de laser. No processo, eles estimulam outros elétrons a fazer com que a energia decrescente aumente e podem causar a emissão de mais fótons de igual comprimento de onda e fase. Um efeito dominó acontece e logo se terão propagado muitos e muitos fótons de mesmo comprimento de onda e fase. O espelho em uma das pontas do laser é

semirateado, o que significa que ele reflete uma parte da luz e permite a passagem de outra parte. Essa parte da luz que consegue passar é a luz laser.

APLICAÇÕES

É depois do computador, a invenção recente que teve o maior número e a maior diversidade de aplicações : intervenções cirúrgicas, reprodução do som e da imagem, o [laser](#) tem demonstrado versatilidade e importância como no espectroscópio, utilizado em química. No campo da fusão nuclear controlada é um dos instrumentos mais utilizados pelos pesquisadores. Para se obter uma reação de fusão, é necessário dispor de uma enorme quantidade de [energia](#) concentrada, atingindo assim, temperaturas de muitos milhões de graus C, imprescindíveis para ativar a reação da fusão. O laser Argus da Universidade da Califórnia pode atingir até 4 milhões de bilhões de watts de potência na duração de 1 bilionésimo de segundo.

O aparelho é do tipo sólido, com barra de vidro com neodímio, um elemento químico adequado como material ativo. No meio de lâmpadas potentes destinadas a obter o efeito do bombeamento dos elétrons. Os átomos de deutério e trítio, dentro de uma bolinha de vidro, a 100 milhões de °C, efetuam a reação de fusão, transformando-se em átomos de hélio e produzindo assim energia. O laser mais potente do mundo é o Shiva, de Los Alamos, EUA, e vem sendo usado para a pesquisa de fusão termonuclear. O único problema é o custo. Neste tipo de experiência, a energia gasta para provocar a reação nuclear é muito maior do que a que se consegue obter da própria fusão. Em 1917, Einstein previu a existência da emissão estimulada de fótons, o fenômeno físico que torna possível o laser, mas foi utilizado pela primeira vez em 1954, pelo cientista americano Charles H. Townes. O sistema produzia raios constituídos por microondas e atualmente é empregado na astronomia, radar e satélites. O primeiro laser de ação efetiva só surgiu com Maiman em 1960.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HowStuffWorks – Como funciona o LASER? Disponível em:
ciencia.hsw.uol.com.br/laser.htm. Acessado em: 12/05/08.

LASER e suas aplicações em ciência e tecnologia. Disponível em:
www.herbario.com.br/dataherbfotografia06/raioslaser.htm. Acessado em: 05/05/08.

Os fundamentos do LASER. Disponível em:
www.sbfisica.org.br/fne/Vol2/Num2/a02.pdf. Acessado em 07/06/2008.

ORIGEM DO UNIVERSO

Geise Mota
Marcos Vinícius Modesto dos Santos
Vanessa dos Reis
Nathalia Francielly de Souza Bessa
Pablo Müller Silva Rocha
Bruno Duarte

TEORIA DO BIG BANG

COLÉGIO ESTADUAL SETOR PALMITO

INTRODUÇÃO

O Big Bang é uma das teorias científicas que explica a origem do universo. Essa teoria baseia-se em diversas observações que indicam que o universo está em expansão de acordo com um modelo Friedman-Robertson-Walker, baseado na teoria da Relatividade Geral, entre as quais a mais importante é a relação entre os redshifts e distância dos objetos longínquos, conhecida como Lei Hubble e na aplicação do princípio cosmológico.

A lei de Hubble foi a primeira, e mais relevante observações que descreve o afastamento das galáxias distantes com velocidades proporcionais às suas distâncias: $V=H_0d$. Nesta fórmula V é a velocidade de recessão das galáxias, d é a distância à Via Láctea e H_0 é a “constante” de Hubble no instante em que fazemos a observação.

É esta lei que permite em que fazemos a dinâmica ao universo e nos leva a afirmar que o universo atual está em expansão. Á várias controvérsias uma delas citam que a teoria do Big Bang não é um acontecimento igual a uma explosão da forma que conhecemos embora o universo observável com a ajuda das lentes dos modernos telescópios especiais ainda descreva um resultado de uma explosão (uma fuga cósmica) há quem levante dúvidas se realmente houve algo que explodiu ou se foi uma explosão a causa dessa dilatação observada.

Alguns afirmam que o termo “Big Bang” é utilizado como uma aproximação para designar aquilo que também se costuma chamar de “Modelo Cosmológico Padrão”.

O termo Big Bang também designa a instante inicial (singular) no qual o fator de escala (que caracteriza como crescem as distâncias com a expansão) tende a 0.

Alguns afirmam que as equações da Relatividade Geral falham no instante 0 (pois, são singulares).

É sabido que as condições físicas do universo muito jovem estão fora do domínio de validade da Relatividade Geral devida a densidades ambientais, e não se espera que as respostas sejam corretas na situação de densidade infinita e tempo zero.

A muitas controvérsias sobre a origem do universo pela teoria do Big Bang, mais atualmente a teoria do Big Bang é a mais aceita hoje pelos cientistas. Atribui-se a Arno Penzias e Robert Wilson, dos Laboratórios Bell, em New Jersey, EUA, a detecção, por acidente, da radiação cósmica de fundo, em 1964. Estudando interferências nas comunicações eles descobriram uma interferência que eram microondas vindas do espaço.

Essa descoberta reforçou a teoria do Big Bang, pois, a propagação desse chamado ruído de fundo se dava em todas as direções a constante de Hubble. Outras descobertas começaram a ser feitas e a reforçar, cada vez mais, a teoria. A medida de elementos químicos leves (hidrogênio e hélio) também mostram as transformações cósmicas.

Deve-se lembrar que o Big Bang ainda é uma teoria, ou seja, não foi provada, mas cada vez mais indícios a reforçam, como é o caso dos apresentados prêmios Nobel de física em 2006. Mais contribuições deverão surgir no futuro próximo e acabar provando ou refutando essa teoria.

Porém há pessoas que afirmam que nela existem contradições que não podem explicar alguns pontos, mais é assim que a ciência se faz.

APLICAÇÕES

Uma aplicação que podemos destacar do estudo da origem do universo, principalmente no sentido de se comprovar o Big Bang é o desenvolvimento da física de partículas. Os aceleradores de partículas tentam criar situações semelhantes àquelas do Big Bang.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Origem do Universo. Verdades e Mitos. Disponível em:
biucproject.org/general/unknowledgement_universo.htm. Acessado em 10/05/2008.

O Big Bang e a Evolução do Universo. Disponível em:
www.if.ufrj.br/teaching/cosmol/exprim1.html. Acessado em 17/05/2008.

FÍSICA MODERNA

Wanessa Cristina
Helen de Souza
Nara Rúbia
Patrícia da Cruz
Diana da Silva
Poliana Francisca

RAIOS X

COLÉGIO ESTADUAL SETOR PALMITO

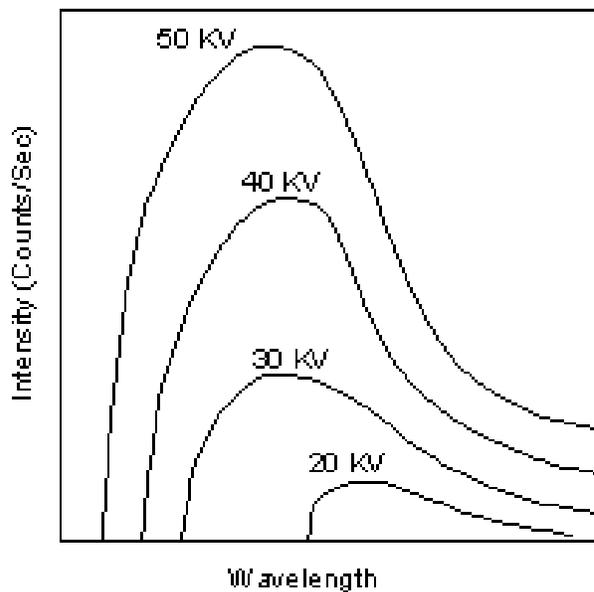
INTRODUÇÃO

No fim da tarde de 8 de novembro de 1895, quando todos já haviam encerrado a jornada de trabalho, o físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen (1845 – 1923) continuava no seu pequeno laboratório sob os olhares atentos de seu servente. Nas proximidades do tubo de vácuo havia uma tela coberta com platinocianeto de bário, sobre a qual projetava uma inesperada luminosidade, resultante da fluorescência do material. Roentgen girou a tela, de modo que a face sem o material fluorescente ficasse de frente para o tubo de Crookes; ainda assim ele observou a fluorescência. Foi então que resolveu colocar sua mão na frente do tubo, vendo seus ossos projetados na tela. Roentgen observava, pela primeira vez, aquilo que passou a se chamar raios x.

RAIOS X

Raios X podem ser produzidos quando elétrons são acelerados em direção a um alvo metálico. O choque do feixe de elétrons (que saem do catodo com energia da ordem de 30 keV) com o anodo (alvo) produz dois tipos de raios x. Um deles constitui o espectro contínuo e resulta da desaceleração do elétron durante a penetração no anodo. O outro tipo é o raio x característico do material do anodo. Assim, cada espectro de raios X é a superposição de um espectro contínuo e de uma série de linhas espectrais características do anodo.

O espectro contínuo é uma curva de contagens por segundo *versus* comprimento de onda do raio x. Um fóton de radiação, com frequência f , transporta uma energia $E = h \cdot f = h \cdot c / \lambda$; onde λ é o comprimento de onda da radiação. Portanto, o raios x emitido deve ter energia máxima igual à energia do elétron incidente. Assim, o espectro contínuo é limitado por esse valor.



CONCLUSÕES

Concluimos então que raios X são ondas de natureza eletromagnética com frequência que vai de $3 \cdot 10^{17}$ Hz até $3 \cdot 10^{19}$ Hz. Vimos que o que diferencia uma onda eletromagnética da outra é sua frequência e conseqüentemente sua energia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Produção de Raios X. Disponível em:

www.if.ufrgs.br/tex/fis142/fismod/mod05/m_s01.html. Acessado em: 05/05/2008.

HowStuffworks. O que é um raio X? Disponível em: ciencia.hsw.uol.com.br/raios-x.htm. Acessado em: 07/06/2008.

Física: História dos Raios X. Disponível em:

www.geocities.com/capecanaveral/7754/raio-x.htm. Acessado em: 07/06/2008.

FÍSICA MODERNA

Charles Ribeiro
Paulo Henrique
Renato André
Weder de Paula

TEORIA DA RELATIVIDADE

COLÉGIO ESTADUAL SETOR PALMITO

INTRODUÇÃO

Propostas pelo físico Albert Einstein que revolucionam a física no século XX. As duas teorias: da Relatividade Restrita e da Relatividade Geral - sustentam a noção de que não há movimentos absolutos no Universo, apenas relativos. Para Einstein, o Universo não é plano como na geometria, nem o tempo é absoluto, mas ambos se combinam em um espaço-tempo curvo. Enquanto para a geometria clássica a menor distância entre dois pontos é a reta, na teoria de Einstein é a linha curva.

Na verdade, as duas teorias são complementares e apresentadas por Einstein em momentos diferentes. A Teoria da Relatividade Restrita é proposta em 1905. Com base nela são postulados o princípio da relatividade - isto é, que as leis físicas são as mesmas em todos os sistemas de referência inerciais - e o princípio da constância da luz. De acordo com a relatividade restrita, se dois sistemas se movem de modo uniforme em relação um ao outro, é impossível determinar algo sobre seu movimento, a não ser que ele é relativo.

Na teoria da relatividade restrita, Einstein estabelece a relação entre energia e massa. Essas duas grandezas são intercambiáveis - o que resulta na equação mais famosa do século: $E = mc^2$ (energia, "E", é igual à massa, "m", multiplicada pelo quadrado da velocidade da luz, "c²"). Um dos empregos dessa fórmula é na energia nuclear, seja em reatores para produzir eletricidade, seja em armas nucleares. Uma massa pequena de urânio ou plutônio, de alguns quilos, basta para produzir uma bomba capaz de destruir uma cidade, pois a quantidade "E" equivale a "m" multiplicado pelo quadrado de 300 mil km/s.

Teoria da Relatividade Restrita

Em 1905, um jovem físico alemão, Einstein, propôs estender o princípio da Relatividade já conhecido na Mecânica Clássica à toda a Física. Ele postulou que as leis da Física tem a mesma formulação em todos os referenciais Galileanos, e afirmou que seria possível colocar em evidência o movimento de um referencial em relação a outro R'por intermédio de qualquer tipo de experiência, fosse ela mecânica, ótica ou eletromagnética, realizada no referencial R'.

Este princípio da Relatividade de Einstein explicou o fracasso da experiência de Michelson-Morley, pois a rapidez da luz-uma constante fundamental das leis do

eletromagnetismo-posuía o mesmo valor em relação a todo referencial Galileano. Tal princípio da Relatividade aboliu toda significação que se poderia dar à noção de referencial absoluto.

A idéia da invariância da velocidade da luz, incompatível com a lei Newtoniana de adição e subtração das velocidades de referenciais que se deslocam, conduziu Einstein a estabelecer uma nova cinemática compatível com o princípio da Relatividade Einsteiniana. Com efeito, após demonstrar, através de uma sequência de exemplos e de forma indiscutível e inequívoca, que não há sentido em se cogitar de eventos que se sucedem simultaneamente em sistemas não relacionados entre si, Einstein cuidou de relacionar as grandezas vigentes num sistema com as aplicáveis a outros. As relações empregadas por Einstein, foram as mesmas formuladas pelo físico holandês H.A.Lorentz(1853-1928).

A teoria da Relatividade Restrita estabelece que a energia cinética de uma partícula de massa m , animada de uma velocidade c , é expressa pela equação: $E=Km(c)^2$. Esta expressão mostra que uma partícula em repouso possui uma energia de massa expressa por $E_i=mi(c)^2$ onde i é a condição inicial das variáveis. Esta célebre relação, conhecida como equação de Einstein ou equação da experiência de massa-energia, admite que uma partícula em repouso possui energia em sua massa.

APLICAÇÕES

Não existe melhor ilustração das virtudes da ciência fundamental, nem prova mais concludente da possível utilidade de teorias antes consideradas exóticas, como é o caso da aplicação da Teoria de Einstein da Relatividade Geral (RG) ao Sistema de Posicionamento Global, mais conhecido pelas iniciais GPS (Global Positioning System). Sem as correções introduzidas pela teoria da relatividade na medição do tempo realizada por relógios atômicos, não seria possível definir com precisão a localização dos aviões, barcos ou automóveis que dispõem de um receptor GPS. Da próxima vez que o seu avião se aproximar de um aeroporto com mau tempo, agradeça a Einstein e à ciência fundamental que permitiu o desenvolvimento tecnológico que está na origem do sistema GPS que o guiará numa aterragem segura.

Referências Bibliográficas

Marcos Silva. Teoria da Relatividade: Disponível em:
www.brasilecola.com/fisica/teorias-da-relatividade.htm. Acessado em 06/05/08.

Einstein e a Teoria da Relatividade. Disponível em:
www.unificado.com.br/calendario/09/relatividade.htm. Acessado em: 07/06/08.

A teoria da relatividade e o GPS. Disponível em:
cosmo.fis.fc.ul.pt/~crawford/artigos/T%20R_GPS_intro.html. Acessado em: 08/06/2008.